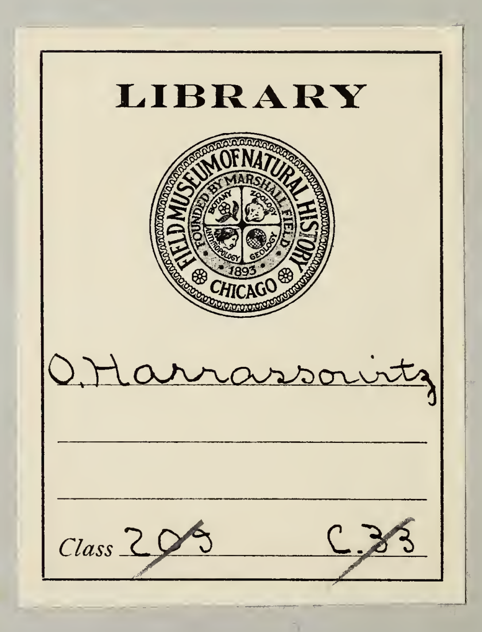
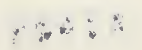



THE FIELD MUSEUM LIBRARY
3 5711 00008 1811


LIBRARY
FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY
FOUNDED BY MARSHALL FIELD
BOTANY
ZOOLOGY
ANTHROPOLOGY
GEOLOGY
1893
CHICAGO
O. Harrassowitz
Class 205 C.33



Druck der K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Seite

Andrée, K.: Ueber Goniatitenkalke und Kieselschiefer 487
Bauer, M.: Beiträge zur Mineralogie von Columbien 481
Beckenkamp, J.: Paralleloedersysteme und Röntgenstrahlen. Mit 4 Textfiguren 233
Becker, George F. und Arthur L. Day: Bemerkungen über die lineare Kraft wachsender Kristalle. Mit 3 Textfiguren 337. 364
Beutell, A.: Mikroskopische Untersuchung des Speiskobalts und Chloanthits. Mit 20 Textfiguren 180. 206
— Synthese der Nickelarsenide 49
— Zur Genese von Speiskobalt und Chloanthit auf Erzgängen. Mit 12 Textfiguren 433. 460
Beutell, A. und Fr. Lorenz: Synthese von Speiskobalt und Löllingit. Mit 4 Textfiguren 10
Boeke, H. E.: Bemerkungen zu einer Arbeit von O Andersen „Das System Anorthit—Forsterit—Kieseldioxyd". Mit 1 Textfigur 313
Branca, W.: Ueber Paläontologische Hypothesen; Zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung und Die Frage einer Teilung der Geologie—Paläontologie . . 243. 277. 300. 325
Brouwer, H. A.: Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländisch-Ostindien. Mit 2 Textfiguren 409
Bülow, E. U. v.: Ueber einen Phragmokon von *Aulacoceras sulcatum* v. Hauer aus der alpinen Trias. Mit 1 Textfigur 91
Cornelius, H. P.: Ein alpines Vorkommen von Sapphirin 265
Diener, C.: Bemerkungen über die Inzisionen der Suturlinie als Grundlage einer natürlichen Klassifikation der Ammoniten . . 374
— Bemerkungen zur Nomenklatur der Gattung Scaphites Park. 525
— Einige Bemerkungen zur Nomenklatur der Triascephalopoden 97
— Einiges über Terminologie und Entwicklung der Lobenelemente in der Ammonitensutur. Mit 12 Textfiguren 553. 578
Dietz, A.: Ueber bipolare Lobenzerschlitzung einiger Liasammoniten. Mit 6 Textfiguren 195
Dittler, E.: Mennige aus Biberwier in Tirol 521
Fliegel, G.: Die Plattenkalke im Mitteldevon von Bergisch-Gladbach — ein Beitrag zur Stratigraphie des rheinischen Mitteldevons 317
Fock, A.: Ueber die Existenz, Größe und Bestimmung der Kristallmoleküle 392

Seite

Geinitz, E.: Die neun Endmoränen Nordwestdeutschlands. Mit 1 Kartenskizze 78
Hennig, Edw.: Kentrurosaurus, non Doryphorosaurus 578
Henrich, Ferdinand † 169
Hoffmann, Guido: *Gerdalepis Rhenanus* nov. gen. Mit 3 Textfiguren 420
— *Gerdalepis Rhenanus* (Beyrich em. Hoffmann) auch bei Lüdenscheidt 444
— Heilungsvorgänge an devonischen Panzerfischen. Mit 4 Textfiguren 491
Johnsen, A.: Die Deformation der Raumgitter durch Schiebung . 121
— Die wahrscheinlichsten Atombewegungen im Wismut während einer Schiebung. Mit 4 Textfiguren 385
Kalb, Georg: Kugeldioritgeschiebe von Finkenwalde bei Stettin. Mit 2 Textfiguren 155
— Zwei Fälle gesetzmäßiger Verwachsung verschiedenartiger Minerale 201
Kossmat, Franz: Ueber die Tektonik des Gneisgebietes im westlichen Erzgebirge. Mit 5 Textfiguren 135. 158
Kranz, W.: Geologie und Hygiene im Stellungskrieg. Mit mehreren Textfiguren 270. 291
Laubmann, H.: Ueber Kalksilikatfelse aus dem Fichtelgebirge. Mit 3 Textfiguren 346
Mügge, O.: Einfache Schiebungen am Hausmannit und dessen optische Eigenschaften. Mit 5 Textfiguren 73
Müller, F. P.: Ueber einige Mineralien aus den Manganerz-Lagerstätten des Oberhalbstein (Graubünden, Schweiz) 457
Niggli, Paul: Eine Tabelle der regulären Schoenflies'schen Raumgruppen. Mit 1 Tabelle 497
Nopcsa, Franz Baron: *Doryphorosaurus* nov. nom. für *Kentrosaurus* Hennig 511
— Zur Körpertemperatur der Pterosaurier 418
Nowak, Ernst: Zur Auffassung der Tektonik des Altpaläozoicums in Mittelböhmen 71
Oppenheim, Paul: Ueber das marine Miocän im Nordseebecken 396
— Zur Geologie der Strophaden 221. 254
Perner, J.: Ueber das Hypostom der Gattung *Arethusina*. Mit 3 Abbildungen 442
Rinne, F.: Einfache Demonstration der Reflexkegel beim Laue- sowie Debye-Scherrer-Effekt mittels gewöhnlichen Lichtes. Mit 9 Textfiguren 545
— Zur Deformation des Winkels P : M der Plagioklasgestalt durch isomorphe Beimischung. Mit 1 Textfigur 361
Rózsa, M.: Das Vorkommen und die Entstehung des Hartsalzkainitits 505
Schaffer, F. X.: Ueber subaquatische Rutschungen. Mit 1 Textfig. 22
Schlesinger, G.: Meine Antwort in der *Planifrons*-Frage. I. Die Herkunft des *Elephas antiquus*. Mit 4 Textfiguren . . 32. 56
Stromer, Ernst: Richard Markgraf † und seine Bedeutung für die Erforschung der Wirbeltierpaläontologie Aegyptens . . . 287
Suess, Franz E.: Können die Tektite als Kunstprodukte gedeutet werden? 569
Tertsch, Hermann: Zur Gruppierung der 32 Kristallklassen. Mit 1 Textfigur 145. 171
Tornquist, A.: Die „Buchensteiner Schichten" 130
Tschermak, G.: Ueber die möglichen Fehler der Silikatanalysen und das Mischungsgesetz der alkalifreien Aluminiumaugite . 1

Seite

Waterkamp, M.: Diaspor aus dem Siebengebirge und von der Insel Naxos. Mit 2 Textfiguren 522
Wedekind, R.: Ueber Lobus, Suturallobus und Inzision. Mit 6 Textfiguren 185
— Zur Systematik der Ammonoidea. Mit 4 Textfiguren 529
Wegner, Richard N.: Hermann Klaatsch † 353
Wepfer, E.: Ein wichtiger Grund für die Lückenhaftigkeit paläontologischer Ueberlieferung 105
Wetzel, Walter: Schmelzendes See-Eis im Bereiche eines Nordostfront-Abschnittes (1916). Mit 5 Textfiguren 289
Wittich, E.: Die Salzlager am Ojo de Liebre an der Westküste von Nieder-Kalifornien 25
Wulff, R.: Ein Beitrag zur Präparation fossiler Korallen 445
Wüst, Ewald: Die Zahl der *Gervilleia*-Bänke im Mittleren Buntsandsteine 381

Bücherbesprechungen.

Blumrich, Josef: Die Minerale der Iserwiese und ihre Lagerstätte 113
Born, M.: Dynamik der Kristallgitter 260
Bragg, W. H. and W. L. Bragg: X-rays and cristal structure . 476
Cobb, Collier: Pocket Dictionary of Common Rocks and Rock Minerals 71
Dammer, B. und O. Tietze: Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleums . . . 94
Die deutschen Diamanten und ihre Gewinnung 46
Doelter, C.: Die Farben der Mineralien, insbesondere der Edelsteine 199
— Handbuch der Mineralchemie 312. 456
Frech, F.: Mineralvorkommen Anatoliens 512. 538
Groll, M.: Karte des Atlantischen Ozeans 47
Hupka, E.: Die Interferenz der Röntgenstrahlen 476
Ježek, B.: Aus dem Reiche der Edelsteine 432
Kippenberger, Carl: Werden und Vergehen auf der Erde im Rahmen chemischer Umwandlungen. Für Studierende aller Fakultäten und gebildete Laien 336
Kreutz, Stefan: Elemente der Theorie der Kristallstruktur . . 454
Laue, M. v.: Wellenoptik 264
Lewis, J. Volney: Determinative Mineralogy with Tables for the Determination of Minerals by Means of their Chemical and Physical Characters 72
Liesegang, R. Ed.: Die Achate 495
Linck: G.: Chemie der Erde 264
— Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. 5 544
Philippson, A.: Der französisch-belgische Kriegsschauplatz . . 426. 447
Pirsson, Louis V. and Charles Schuchert: A Text-Book of Geology for use in Universities, Colleges, Schools of Science etc., and for the General Reader. Part I: Physical Geology, by Louis V. Pirsson; Part II: Historical Geology, by Charles Schuchert 72
Rüdorff, Fr.: Grundriß der Mineralogie und Geologie 288
Tertsch, Hermann: Einführung in die Lehre von den Mineralien und Gesteinen 432
— Einführung in die Mineralogie 432

Seite

Miscellanea.

Angliederung der Kgl. Bergakademie in Berlin an die Kgl. Technische Hochschule in Berlin-Charlottenburg 568
Kranz, Geologie und Hygiene im Stellungskrieg 496
Preisaufgabe der Fürstl. Jablonowski'schen Gesellschaft 200

Personalia.

Brandes, Theodor 120. 168
Delhaes, Wilhelm 24
Görgey, R. von 165
Henrich, Ferdinand 169
Klaatsch, Hermann 353
Lachmann, Richard 520
Moberg, Joh. Chr. 48. 119
Ritzel, A. 432
Schaffer, F. X. 312
Sörgel, W. 432
Staff, Hans von 229
Valeton, J. J. P. 480

Sachregister

zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1916.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.

Abessinierbrunnen 273.
Achate, Entstehung u. Färbung 495.
Adventiv- u. Medianloben 191.
Aegoceras, Lobenzerschlitzung 197.
Aegypten, Wirbeltierpaläontologie 287.
Afrika, Deutsch-Südwest-, Diamantengewinnung 46.
Alaun, lineare Kraft beim Wachsen 337.
Allophan, Muzo, Columbien, Vork. 484.
Alpen (Süd-), Trias, Buchensteiner Schichten 130.
Alpine Trias, Aulacoceras sulcatum, Phragmokon 91.
Aluminiumaugite, alkalifreie, Mischungsgesetz 1.
Ammoniten
Inzisionen der Suturlinie zur nat. Klassifikation 374.
Lias, bipolare Lobenzerschlitzung 195.
Scaphites, Nomenklatur 525.
Ammonitensutur, Terminologie und Entwicklung der Lobenelemente 553. 578.
Ammonoidea
Loben 194.
Systematik 529.
Anatolien, Mineralvorkommen 512. 538.
Andreasberg, Speiskobalt, Aetzung 210.
Anhydrit, Lauediagramm 546.
Ankerit, Muzo, Columbien 484.
Anorthit—Forsterit—Kieseldioxyd, System 313.
Antimonerze, Anatolien 520.
Aplit in Kalksilikatgesteinen, Fichtelgebirge 348.
Apparate, Reflexkegel beim Laue- sowie Debye-Scherrer-Effekt, Demonstration 545.
Aragonit
Gitter 126.
Muzo, Columbien 483.
Arboledas, Columbien, Pseudomorphosen 485.
Archaeopteryx, Gliedmaßen 252.
Ardennen u. Hennegau, Stratigraphie 452.
Arethusina, Hypostom der Gattung 442.
— Konincki, Lodenitz, Böhmen 442.
Arietites spiratissimus, Sutur 564.
Arsenerz, Anatolien 518.
Arsenide
Kobalt- u. Eisen- 10.
Nickel-, Synthese 49.
Asien, Anatoliens Mineralien 538.
Asterolepis Rhenanus, Devon, Gerolstein 420.
Astrakanit, Zus. 511.
Astralium rugosum 254.
Atavismus, Definition 248.
Atlantischer Ozean, Karte 47.
Atombewegung in Wismut während einer Schiebung 385.
Atrypa reticularis, Mitteldevon, Bergisch-Gladbach 321.
Aetzung des Speiskobalt 182.
Aulacoceras sulcatum, alpine Trias, Phragmokon 91.
Australite, Verbreitung 570.
Balanophyllia Ponteni, Tertiär, Strophaden 223.
Bariumkadmiumchlorid 128.
Belgien
Kriegsschauplatz, Geologisch-Geographisches 452.
nebst Franz.-Hennegau u. -Flandern, Stratigraphie 452.
Bergakademie, Berlin, Verlegung 568.

Bergisch-Gladbach, Mitteldevon, Plattenkalke 317.
Bestimmung von Mineralien 72.
Beyrichoceras mironotus, Sutur 587.
Biberwier, Tirol, Mennige, Vork. u. Anal. 521.
Billitonite, Billiton, Vork. 572.
Bleierze Anatoliens 519.
Bocca d'Asino bei Serravalle—Scrivia im Lig. Apennin, subaquatische Rutschungen 23.
Bogota, Kristallkonkretionen im Sandstein 486.
Böhmen, Mittel-, Tektonik des Altpaläozoicums 71.
Boizetal, Endmoräne 87.
Bothriolepis Canadensis, Devon, Heilungsvorgänge 491.
Braunkohle, Anatolien 542.
Brunnenbohren 291.
Buchensteiner Schichten = Reitzischichten 130.
Buntsandstein, mittl., Gervilleia-Bänke 381.
Carnallit, Entstehung 506.
Celtites Buchii, Sutur 558.
Cephalopoden, Trias, Nomenklatur 97.
Ceratitacea, Lobenlinie 194.
Ceratites Reitzi, Trias, Südalpen 131.
Cerithium scabrum, vulgatum u. mediterraneum 255.
Champagne, Stratigraphie 449.
Cheiloceracea, Loben 194.
Chemie der Erde 264.
Chile, Speiskobalt, Tres Puntas bei Copiapó, Aetzung 183.
Chloanthit
  u. Speiskobalt auf Erzgängen, Genese 433. 460.
  — —, mikroskopische Untersuchung 180. 206.
Chromit, Anatolien 517.
Clanculus corallinus 254.
Coeloceras crassum, Sutur 560.
Columbella rustica 257.
Columbien, Mineralogie 481.
Conus austriaconoe, Tertiär, Norddeutschland 401.
Cristobalit, Paralleloeder 239.
Deformation
  Winkel P : M der Plagioklasgestalt durch isomorphe Beimischung 361.
  Raumgitter durch Schiebung 121.
Deroceras Maugenesti, Ziphus, Lias, Lobenzerschlitzung 197.
Deutschland, Nordwest-, die neun Endmoränen 78.
Deutsch-Südwest, Kriegsgeologie u. Nekrolog H. v. Staff 229.
Deutsch-Südwestafrika, Diamantengewinnung 46.
Devon
  Asterolepis maxima 426.
  Bergisch-Gladbach, Plattenkalke 317.
  Panzerfische, Heilungsvorgänge 491.
Devonshire, Flußspat-Quarz, gesetzmäßige Verwachsung 201.
Diamant, Kristallgitter 478.
Diamanten, Deutsch-Südwestafrika, Gewinnung 46.
Diaspor, Siebengebirge u. Naxos, Krist. 522.
Diluvium, Endmoränen Norddeutschlands 16. 78.
Diopsid, Gitter 16. 127.
Diorit (Kugel-), Finkenwalde bei Stettin 155.
Diorit-Gabbro-Massiv des oberen Veltlin 264.
Diplodocus, Körperhaltung 277.
Dolomit, Muzo, Columbien, Krist. 484.
Doryphorosaurus für Kentrosaurus 511.
— siehe Kentrurosaurus 578.
Dynamik der Kristallgitter 260.
Edelsteine
  Böhmens 432.
  Farben 199.
Edmundites für Arpadites Rimkinensis, Trias 101.
Egergranulite 162.
Eis, schmelzendes, Nordostfront 289.
Eisenarsenide, Synthese 16.
Eisenerze, Anatolien 517.
Elemente der Theorie der Kristallstruktur 454.
Elephas antiquus, Herkunft 32. 56.
Endmoränen, Nordwestdeutschland 78.
England, Devonshire, Flußspat-Quarz, gesetzmäßige Verwachsung 201.
Eozoon u. Ophicalcite 264.
Epiceratites für obertriadische Zwergformen von Ceratites 102.
Epidot
  Oberhalbstein, Graubünden 458.
  Närödal, Analysen 2.
Erde
  Chemie 264.
  Werden und Vergehen im Rahmen chem. Umwandlungen 336.
Erdöl, Mesopotamien, Vork. 541.

Erzgänge
Genese von Speiskobalt u. Chloanthit 433. 460.
Speiskobalt u. Chloanthit, Genese 433.
Erzgebirge, Tektonik des Gneisgebietes 135.
Erzlagerstätten Anatoliens 517. 538.
Euthria cornea 257.
Faltung und Kuppelbildung im westl. Erzgebirge 164.
Färbemittel von Diamant, Beryll, Phenakit, Spodumen, Topas, Cyanit, Turmalin, Baryt, Cölestin, Ultramarin, Wulfenit, Apatit, Spinell, Flußspat, Steinsalz, Quarz, Korund, Zirkon 200.
Fichtelgebirge, Kalksilikatfelse 346.
Finkenwalde bei Stettin, Kugeldioritgeschiebe 155.
Flinz des ob. Mitteldevons, Sauerland 323.
Flußspat
Devonshire, gesetzmäßige Verwachsung mit Quarz 201.
Muzo, Columbien 483.
Flußspat-Quarz, gesetzmäßige Verwachsung 201.
Forsterit—Anorthit—Kieseldioxyd, System 313.
Forsterit, System 314.
Fossilien, Erhaltung 110.
Fuchsit, Muzo, Columbien 484.
Fusus virgineus, Tertiär, Norddeutschland 401.
Galmei, Anatolien, Vork. 519.
Gangadharites für Beyrichites Gangadhara 101.
Geologie—Paläontologie, Teilung 293. 300. 325.
Geologie u. Hygiene im Stellungskrieg 270.
Geologie, Textbuch 72.
Gerdalepis Rhenania 420. 444. 491.
Gervilleia-Bänke, Trias, mittl. Buntsandstein 381.
Gips
Muzo, Columbien 484.
Pliocän, Strophaden 222.
Gipskristalle, Ojo de Liebre, Nieder-Kalifornien 27.
Gitter, Kalkspat, Aragonit, Diopsid, Millerit 125.
Glacial, Nordwestdeutschland 78.
Gladbacher Kalkzug, Devon 320.
Gläser, Tektite 569.
Glyphioceras incisum, Suturen 585.
Gneisgebiet, westliches Erzgebirge, Tektonik 135. 158.
Goniatitenkalk 487.
Goniatites bisulcatus, Suturen 586.
Granit-Kalksteinkontakt bei Kota-Tua, Sumatras Westküste 409.
Graubünden, Oberhalbstein, Manganerze 457.
Gruppierung der 32 Kristallklassen 145.
Haliotis lamellosa, Tertiär, Strophaden 227.
Handbuch der Mineralchemie 312. 456.
Harpoceracea, Lobenlinie 195.
Hartsalzkainitit, Vork. u. Entstehung 505.
Harz, Mittl. Buntsandstein, Gliederung 383.
Haßberggneise, Erzgebirge, Tektonik 161.
Hausmannit
Oehrenstock, Kristalle 73.
Schiebungen und optische Eigenschaften 73.
Hedenstroemia Muthiana, Lobenlinie 536.
Heilungsvorgänge an devonischen Panzerfischen 491.
Hexagonium-Schichten, Devon, Bergisch-Gladbach 318.
Hoplitoides ingens, Lobenlinie 535.
Hypostom der Gattung Arethusina 442.
Interferenz der Röntgenstrahlen 476.
Inzision, Lobus und Suturallobus 185.
Inzisionen der Suturlinie, Klassifikation der Ammoniten 374.
Iserin, Iserwiese, Vork. 113.
Iserwiese, Mineralien und ihre Lagerstätte 113.
Isle de France, Tertiärbecken 450.
Kainitit, Entstehung 505.
Kalifornien (Nieder-), Salzlager am Ojò de Liebre 25.
Kalksilikatfelse, Fichtelgebirge 346.
Kalkspat
Gitter 125.
Muzo, Columbien 483.
Karten, Atlantischer Ozean 47.
Kentrosaurus, bezw. Doryphorosaurus 511.
Kentrurosaurus, non Doryphorosaurus 578.
Kieseldioxyd—Anorthit—Forsterit, System 313.
Kieselschiefer 487.
Klassifikation der Ammoniten, Inzisionen der Suturlinie 374.
Kleinasien, Anatoliens Mineralien 512.
Knochen- und Knorpelskelett 248.

Kobaltarsenide
Bildungstemperaturen 437.
Synthese 12.
Kobalterze, Bildung 434.
Kobalt- und Nickelarsenide, Genese auf Erzgängen 433.
Kontaktmetamorphose
Manganerze, Oberhalbstein, Graubünden 457.
Niederländisch-Ostindien, Studien 409.
Korallen, fossile, Präparation 445.
Körpertemperatur der Pterosaurier 418.
Kota Tua, Sumatra, Kontaktmetamorphose 409.
Kraft, lineare, von wachsenden Kristallen 337.
Krieg, Geologie und Hygiene 270.
Kriegsschauplatz, franz.-belgischer 426. 447.
Kristalle
lineare Kraft 337.
— — wachsender 364.
Kristallgitter, Dynamik 260.
Kristallisationskraft 372.
Kristallisationsräume des Tetraeders Fo—Di—An—Si O_2 316.
Kristallklassen, Gruppierung 145. 171.
Kristallkonkretionen im Sandstein von Bogotá 486.
Kristallmoleküle, Existenz, Größe und Bestimmung 392.
Kristallstruktur 498.
Elemente der Theorie derselben 454.
Kristallstruktur und Röntgenstrahlen 476.
Kugeldioritgeschiebe, Finkenwalde bei Stettin 155.
Kupfererze, Anatolien 519.
Kupferkies, Muzo, Columbien 484.
Lagerstätten, Iserwiese 113.
Laterallobus von Stephanoceras 194.
Laterit, Bildungsbedingung 264.
Laue-Debye-Scherrer-Effekt, Reflexkegel 545.
Lauenburg, postglaziales Torflager 88.
Liasammoniten, bipolare Lobenzerschlitzung 195.
Ligurischer Apennin, Bocca d'Asino bei Serravalle, subaquatische Rutschung 23.
Lima squamosa, Tertiär, Strophaden 226.
Lineare Kraft wachsender Kristalle 337. 364.
Lobenelemente in der Ammonitensutur, Terminologie und Entwicklung 553.
Lobenzerschlitzung (bipolare) einiger Liasammoniten 195.
Lobus, Sutural lobus und Inzision 185.
Löcknitztal, Moränen 86.
Lodenitz, Böhmen, Arethusina Konincki 442.
Löllingit und Speiskobalt, Synthese 10.
Lückenhaftigkeit paläontologischer Ueberlieferung 105.
Ludlamit, San Cristobal bei Bogotá, Vork. 487.
Lüneburger Heide, Endmoräne 79.
Manganerze
Anatolien 518.
Oberhalbstein, Graubünden 457.
Mangansilikat, wasserhaltig, Oberhalbstein, Graubünden, Analyse 459.
Marines Miocän im Nordseebecken 396.
Mecklenburg, Endmoräne 81.
Median- und Adventivloben 191.
Meerschaum, Anatolien, Vork. 540.
Mennige, Biberwier, Tirol, Vork. u. Anal. 521.
Mesoammonoidea
Inzisionen der Suturlinie 374.
Loben 195.
Millerit 128.
Mineralchemie, Handbuch 312. 456.
Mineralien
Farben, insbesondere der Edelsteine 199.
u. Gesteine, Einführung 432.
Iserwiese u. ihre Lagerstätte 113.
Muzo, Columbien 481.
nutzbare 94.
Minerallagerstätten, Manganerze des Oberhalbstein, Graubünden 457.
Mineralogie
Columbien 481.
Einführung 432.
u. Geologie, Grundriß 288.
Kristallographie und Petrographie 1916. 5. Bd. 544.
Mineralpigmente, Entstehung in der Natur 200.
Mineralvorkommen, Anatolien 512. 538.
Miocän, marin im Nordseebecken 396.
Mischkristalle, Klinoenstatit u. Diopsid 313.
Mitra lutescens u. tricolor 257.
Mittelmeer, Strophaden, Tertiär, Fauna 221.
Moldavite, Verbreitung 570.

Moränenzüge Norddeutschlands 79.
Murex inermis, Tertiär 256.
Muscovit-Quarz, gesetzmäßige Verwachsung 204.
Myriopora Verbeeki, Sumatra 410.
N*ärödal, Analysen von Plagioklas u. Epidot 1.*
Nassa corniculum 256.
— costulata u. italica, Tertiär 399.
Natriumchlorat, Kristallbau 504.
Naxos, Diaspor, Krist. 524.
Nekrologe
Brandes, Th. 120. 168.
Delhaes, Wilhelm 24.
Görgey, R. von 167.
Henrich, F. 169.
Klaatsch, Hermann 353.
Kuhlmann, L. 480.
Lachmann, R. 520.
Markgraf, R. 287.
Moberg, Joh. Chr. 119.
Ritzel, A. 432.
Staff, H. von 229.
Neoammonoidea, Loben 374.
Neophylloceracea, Loben 195.
Netzlinien 241.
Nickelarsenide, Synthese 49.
Niederländisch-Ostindien, Kontaktmetamorphose, Studien 409.
Nordostfront, schmelzendes See-Eis 289.
Nordseebecken, marines Miocän 396.
Nordwestdeutschland, die neun Endmoränen 78.
Nomenklatur d. Triascephalopoden 97.
Nutzbare Mineralien 94.
O*ehrenstock, Hausmannit 73.*
Ojo de Liebre, Nieder-Kalifornien, Salzlager 25.
Ontogenie der Lobenlinie von Liasammoniten 195.
Oesterreich, Mittelböhmen, Tektonik des Altpaläozoicums 71.
Oesterreich-Ungarn, Tirol, Biberwier, Mennige, Vork. u. Anal. 521.
Ostindien (Niederl.-), Kontaktmetamorphose 409.
Otoceltites für Celtites perauritus 101.
P*alaeoammonoidea, Loben 195.*
Paläontologie—Geologie, Teilung 300. 325.
Paläontologische Hypothesen 243. 277. 300. 322.
Paläontologische Ueberlieferung, Lükkenhaftigkeit 105.
Paläozoicum, altes, in Mittelböhmen 71.
Paläozoologie 331.
Panzerfische, Devon, Heilungsvorgänge 491.
Parisit, Muzo, Columbien 485.
Pechblende, Arboledas, Columbien 485.
Pectunculus bimaculatus, Tertiär, Strophaden 227.
Perisphinctes Martelli, Suturlinie 581.
— rotundatus, Loben 532.
Photochemie der Erde 264.
Phragmokon, Aulacoceras sulcatum, alpine Trias 91.
Phyllite, Wunsiedel, Fichtelgebirge 346.
Phylloceras heterophyllum 562.
Phylogenie, Wirbeltiere, Pelmatozoa 280.
Piemontit, Oberhalbstein, Graubünden 458.
Plagioklasgestalt, Aenderung des Winkels P : M 361.
Plagioklas, Närödal, Analysen 1.
Planifronsfrage 32. 56.
Plattenkalke, Mitteldevon von Bergisch-Gladbach 317.
Pleochroismus von Mineralien 200.
Pliocän, Strophaden, Fauna 260.
Pollia Orbignyi 257.
Polyhalit, Entstehung 511.
Präparation fossiler Korallen 445.
Preisaufgabe der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft: Rolle leichtflüchtiger Bestandteile v. Schmelzflüssen 200.
Prolobitacea, Loben 194.
Protrachyceras Curioni, Trias, Südalpen 130.
Protula 258.
Pseudomorphosen im kristallinen Gebirge v. Arboledas, Columbien 485.
Psiloceracea, Loben 195.
Psiloceras planorbis, Lias, Lobenzerschlitzung 197.
Pterichthys Rhenanus 420.
Pterosaurier
Gliedmaßen 253.
Körpertemperatur 418.
Pyrit
Raumgitter 503.
Struktur, Teilbarkeit 242.
Pyrophyllit 484.
Quantentheorie, Anwendung auf Atome 260.
Quarz, Strukturbild 233.
Quarz-Muscovit u. Flußspat, gesetzmäßige Verwachsung 201.
***R**adiolarite*
Entstehung in Flachsee 490.
Oberhalbstein, Graubünden, Manganerz führend 457.

Radiumstrahlen und Farben von Mineralien 199.
Raumgitter, Deformation durch Schiebung 121.
Raumgruppen, Schönflies, Tabelle 497.
Reflexkegel beim Laue- sowie Debye-Scherrer-Effekt mittels gewöhnl. Licht 545.
Reitzischichten = Buchensteiner Schichten 130.
Riechelsdorf, Speiskobalt, Aetzung u. Analyse 207. 213.
Rissoa ventricosa, Tertiär 255.
Rissoina Bruguieri 254.
Rodochrosit, Oberhalbstein, Graubünden 458.
Röntgenstrahlen
 Interferenz 476.
 und Paralleloedersysteme 233.
Rügen, Endmoräne 80.
Rutschungen, subaquatische 22.
Salinen, Ojo de Liebre, Niederkalifornien 25.
Salzlager
 Hartsalzkainitit, Thanit, Entstehung 505.
 Ojo de Liebre, Niederkalifornien 25.
Sapphirin, Val Codera, alpines Vork. 265.
Scaphites nodosus, Sutur 565.
— Nomenklatur der Gattung 525.
Schaaletal, Endmoräne 87.
Schiebung
 Atombewegung im Wismut 385.
 Deformation der Raumgitter 121.
Schiebungen am Hausmannit 73.
Schoenflies'sche Raumgruppen, Tabelle 497.
Schweiz, Manganerz-Lagerstätten des Oberhalbstein, Graubünden 457.
Schwerspat, Muzo, Columbien, Vork. 485.
Sedimentierung und Fossilerhaltung 111.
See-Eis, schmelzendes, Nordostfront 289.
Siebengebirge, Diaspor, Krist. 522.
Silesiacrochordiceras für Acrochordiceras Damesi 101.
Silikatanalysen, mögliche Fehler 1.
Sillimanit, Val Codera, Vork. 267.
Sinatengrün, Fichtelgebirge, Kalke in Phylliten 348.
Singgalan-Vulkan, Sumatra 409.
Smaragd, Muzo, Columbien 482.
Speiskobalt und Chloanthit
 auf Erzgängen, Genese 433. 460.
Speiskobalt und Chloanthit
 mikroskopische Untersuchung 180. 206.
Speiskobalt und Löllingit, Synthese 10.
Sphäroide in Kugeldiorit, Finkenwalde 156.
Spinell 314.
Spirifer hians, Mitteldevon, Bergisch-Gladbach 321.
Spondylus gaederopus, Tertiär, Strophaden 226.
Stegosaurier, Kentrurosaurus, non Doryphorosaurus 578.
Steinkohlen, Anatolien, Vork. 543.
Stellungskrieg
 Geologie und Hygiene 291. 496.
 Wasserversorgung 270.
Stephanoceras, Laterallobus 194.
Stratigraphie, Anatolien 516.
Stringocephalenschichten des Mitteldevon von Bergisch-Gladbach 321.
Stringocephalus Burtini, Mitteldevon, München-Gladbach 321.
Strophaden, Geologie 221. 254.
Strukturschiebung, Wismut 385.
Strygocephalenkalk, Mitteldevon, Bergisch-Gladbach 317.
Subaquatische Rutschungen 22.
Subsolifluktion = subaquatische Rutschung 22.
Südamerika, Columbien, Mineralogie 485.
Sumatra, Kontaktmetamorphose 409.
Suturlinie, Inzisionen und Klassifikation der Ammoniten 374.
Symmetrieklassen und Symmetrieelemente 145.
Synthese, Speiskobalt und Löllingit 10.
Taschennachschlagebuch, min. u. geol. Bezeichnungen 71.
Tauros, Anatolien, geol. Aufbau 515.
Teilung von Geologie—Paläontologie 243.
Tektite, Deutung 569.
Tektonik
 Altpaläozoicum in Mittelböhmen 71.
 Gneisgebiet im westlichen Erzgebirge 135.
Tertiär
 Natrontal, Aegypten 287.
 Nordseebecken, marines Miocän 396.
 Strophaden 222. 260.
Tesseralkies, Skutterud b. Modum 215.
Thanit, Entstehung 507.
Theorie der Kristallstruktur 454.
Tirol, Biberwier, Mennige, Anal. 521.
Torflager, Lauenburg, Alter 88.

Tornoceracea, Loben 194.
Translation am Hausmannit 75.
Tres Puntas b. Copiapó, Chile 184.
Trias
alpin, Aulacoceras sulcatum 91.
mittl. Buntsandstein, Gervilleia-Bänke 381.
Cephalopoden, Nomenklatur 97.
südalpine, Buchensteiner Schichten 130.
Tridymit, Strukturbild 239.
Trilobiten, Arethusina Konincki 442.
Trochus (Calliostoma) zizyphinus, Tertiär, Strophaden 229.
— *(Gibbula) magus var. producta, Tertiär, Strophaden 228.*
Tropitacea, Loben 194.
Türkei, Anatolien, Mineralvork. 538.
Ullmannit, Kristallbau 503.
Urkalk in Phylliten, Fichtelgebirge 346.
Val Codera, Sapphirin, Vork. 265.
Veltlin, Diorit-Gabbro-Massiv 264.
Vesuvian, kontaktmetamorpher, von Kotu Tua, Sumatra, opt. Verh. 416.
Vivianit, Zipaquira u. San Cristobal, Columbien, Vork. 487.
Vizcainobucht, Niederkalifornien, Salzlager 25.
Vogesen, Kriegsschauplatz 432.
Wellenoptik 264.
Wiesentaler Gneiszone 159.
Wirbeltiere, Abstammung und ihr Wechsel 280.
Wismut, Atombewegung während Schiebung 385.
Wunsiedel, Fichtelgebirge, Phyllite 346.
X-Strahlen u. Kristallstruktur 476.
Zinkerze, Anatolien 519.
Zoisit, Oberhalbstein, Graubünden 458.
Zwillingskristall, Paralleloedersystem 241.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die möglichen Fehler der Silikatanalysen und das Mischungsgesetz der alkalifreien Aluminiumaugite.

Von G. Tschermak.

Die den Ergebnissen einer chemischen Analyse anhaftenden Fehler sind z. T. solche, die auch bei sorgfältiger Ausführung unvermeidlich erscheinen, die methodischen Fehler, z. T. solche, die infolge minder genauen Verfahrens oder Übersehens von Bestandteilen über dieses Maß hinausgehen und persönlicher Art sind. Sollen die Resultate dazu benutzt werden, die ursprüngliche Zusammensetzung eines Minerals zu ermitteln, so kommen jene Mängel in Betracht, welche durch die eingetretene Zersetzung oder durch fremde Beimengungen entstehen.

Bei der Aufsuchung der Gesetzmäßigkeit in der Zusammensetzung eines bestimmten Minerals kann man sich einer statistischen Methode bedienen und die Mittel der Verhältniszahlen berechnen, wobei vorausgesetzt wird, daß bei einer großen Zahl von veröffentlichten Analysen die Fehler sich einigermaßen ausgleichen. Um sicher zu gehen, müßte man aber die Berechnung der einzelnen Analysen ausführen, die nach Prüfung derselben auf ihre Genauigkeit und die Reinheit des angewandten Materiales vorzunehmen wäre.

In bezug darauf sagte ich in meinen letzten Ausführungen über das Mischungsgesetz der alkalifreien Aluminiumaugite [1], daß eine derartige Prüfung solchen Schwierigkeiten z. T. persönlicher Art begegne, daß dieselbe kaum durchführbar erscheine. Damit wollte ich der unerquicklichen Auseinandersetzung bezüglich der Qualität der bisher veröffentlichten Analysen von Aluminiumaugiten vorbeugen, was mir jedoch nicht gelungen ist. Durch eine neuerliche Behauptung Boeke's [2], die sich auf Analysen unbestimmter Qualität beruft, sehe ich mich genötigt, auf eine Besprechung der möglichen Fehler der Silikatanalysen einzugehen. Es erscheint mir zweckmäßig, bekannte Beispiele anzuführen.

Analysen desselben Materials.

Plagioklas vom Närödal. 1869 erschien die Analyse G. vom Rath R_1. An einer von diesem übersandten Probe bestimmte E. Ludwig die Zusammensetzung unter L_1 Juli 1869. Später lieferte Rammelsberg die unvollständige Analyse unter Rg_1

[1] Dies. Centralbl. 1915. No. 8. p. 225.

[2] Ebenda. No. 14. p. 422.

Oktober 1869. Mittlerweile hatte v. RATH eine zweite unvollständige Analyse R_2 ausgeführt, sodann LUDWIG die neuen Bestimmungen unter L_2 Dezember 1869. Im nächsten Jahre publizierte RAMMELSBERG eine neue unvollständige Analyse Rg_2 und erklärte seine frühere SiO_2-Bestimmung als fehlerhaft. Zugleich anerkannte er die Richtigkeit der Analysen LUDWIG's [1].

	R_1	L_1	Rg_1	R_2	L_2	Rg_2
SiO_2 . . .	51,24	48,94	51,36	51,78	49,34	—
Al_2O_3 . .	31,31	33,26	32,50	30,77	33,36	32,27
CaO . .	15,63	15,10	15,34	16,23	14,85	14,67
Na_2O . .	1,86	3,30	—	—	3,36	3,29
H_2O . . .	0,15	—	—	—	—	—
	100,19	100,60			100,91	

Die Unterschiede der Mittelzahlen R und Rg und der einzelnen Zahl Rg gegenüber den Mittelzahlen L betragen in Gewichtsperzenten:

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O
R—L . . .	2,37	— 2,27	0,96	— 1,47
Rg—L . . .	2,21	— 0,93	0,03	— 0,04

Versucht man die Zahlen der Analysen auf Molekularperzente umzurechnen, so erscheinen jene unter Rg ungeeignet, da die beiden unvollständigen Analysen die Summe von 102,03 ergeben. Die Mittel der beiden übrigen liefern die nachstehenden Beträge. Sind die für einen Plagioklas gefundenen Verhältnisse $p\,SiO_2 \,.\, q\,Al_2O_3 \,.\, r\,CaO \,.\, s\,Na_2O$, so stellt die Plagioklasformel $x(Si_2Al_2CaO_8) + y(Si_3ANaO_8)$ bezüglich der Molekularperzente die Forderungen:

$$p = 50 + 2s, \qquad q = r + s \text{ und } r + 2s = 25.$$

Setzt man die gefundenen Werte ein, so ergeben sich Ungleichungen mit den Differenzen Δ_1, Δ_2 und Δ_3.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	Δ_1	Δ_2	Δ_3
R . . .	58,03	20,63	19,30	2,04	3,95	— 0,71	— 1,62
L . . .	55,76	22,30	18,27	3,67	— 1,58	0,36	0,61

Die Differenz — 1,58 für L kann daher rühren, daß das Material, wie ich beobachtete, nicht vollkommen rein war. Die Differenzen für R beruhen zum großen Teile auf Beobachtungsfehlern.

Analysen an einem Mineral vom selben Fundorte.

Epidot. Ein lehrreiches Beispiel geben die an den schönen Kristallen des Vorkommens im Untersalzbachtale angestellten Analysen.

Im Jahre 1872 veröffentlichte RAMMELSBERG die unter Rg_1

[1] POGG. Ann. d. Physik. **136**. 1869. p. 424. Ebenda. **138**. 1869. p. 162 und 171. Sitzungsber. d. Wien. Akad. **60**, I. 1869. p. 915. POGG. Ann. **139**. 1870. p. 178.

angeführten Zahlen, die mit seiner Formel stimmten, bald darauf LUDWIG die Analyse L_1, ferner v. DRASCHE die Zahlen unter D und KOTTAL jene unter K. RAMMELSBERG führte noch im selben Jahre die Analyse Rg_2 aus, die mit den LUDWIG'schen Zahlen stimmte und erklärte, daß er sich von der Unrichtigkeit der Zahlen Rg_1 überzeugt habe. 1879 erschien die von LASPEYRES ausgeführte Analyse La, die 1881 von LUDWIG richtiggestellt wurde, L_2. Eine Analyse MAUTHNER's, die sich auf nicht völlig reine Kristalle bezog, ist hier weggelassen[1].

	Rg_1	L_1	D	K	Rg_2	La	L_2
SiO_2 . .	39,61	37,83	38,37	37,00	37,11	36,57	37,83
Al_2O_3 . .	20,77	22,63	22,09	22,10	21,90	24,14	23,43
Fe_2O_3 . .	14,56	14,02	13,77	13,80	16,00	12,29	13,31
FeO . . .	0,38	0,93	0,88	0,33	—	0,71	0,48
MgO . .	—	—	4,08	0,03	—	[2]	—
CaO . . .	24,53	23,27	17,94	25,15	23,19	23,33	23,47
H_2O . . .	0,29	2,05	2,11	0,26	2,03	1,99	2,06
	100,14	100,73	99,24	98,67	100,23	100,22	100,58

Die Analysen sind nicht an genau gleichem Material angestellt und ein geringes Schwanken in den Beträgen für Al_2O_3 und Fe_2O_3 ist erklärlich, aber die maximalen Unterschiede der Analysen, in SiO_2 bis zu 3 %, in Al_2O_3 bis zu 3,4, in Fe_2O_3 bis zu 3,7, in MgO bis 4, in CaO bis zu 7 % reichend, beruhen ohne Zweifel auf Beobachtungsfehlern.

Obige Zahlen wurden auf Molekularperzente umgerechnet, wobei nun jene für Al_2O_3 und Fe_2O_3 erhaltenen vereinigt, die Beträge für FeO und MgO zu CaO geschlagen wurden. Wenn die Verhältnisse jeder Analyse durch $p\,SiO_2 \,.\, q\,Al_2O_3 \,.\, r\,CaO \,.\, s\,H_2O$ ausgedrückt werden, so ergeben sich aus der Formel des Epidot $6\,SiO_2 \,.\, 3\,Al_2O_3 \,.\, 4\,CaO \,.\, H_2O$ die Forderungen:

$$p = 2\tfrac{?}{3}q \qquad \tfrac{7}{6}p = q + r \qquad p + s = q + r.$$

Nach dem Einsetzen der beobachteten Werte werden die entsprechenden Differenzen Δ_1, Δ_2, Δ_3 erhalten.

	SiO_2	R_2O_3	RO	H_2O	Δ_1	Δ_2	Δ_3
Rg_1 . .	46,58	20,88	31,40	1,14	4,82	2,06	4,56
Rg_2 .	42,27	21,60	28,40	7,73	— 0,93	— 0,68	0,00
L_1 . .	42,43	20,94	28,94	7,69	0,55	— 0,38	0,24
L_2 . .	42,40	21,13	28,74	7,73	0,14	— 0,40	0,26
La . .	41,62	21,50	29,30	7,58	— 1,38	— 0,64	1,60
D . . .	42,73	20,30	29,10	7,87	2,13	0,34	1,20
K . . .	43,87	21,64	32,42	2,07	0,59	— 3,08	— 8,12

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **24**. 1872. p. 69, 468, 649. N. Jahrb. f. Min. etc. 1872. p. 120. Sitzungsber. d. Wien. Akad. **66**. 1872. p. 200. Zeitschr. f. Krystallogr. **3**. 1879. p. 561. **6**. 1881. p. 180.

[2] und 0,06 MnO, 1,13 Unlöslich.

Die Differenzen Δ schwanken hier, wenn man vorerst von den in der letzten Kolumne verzeichneten, die von der fehlerhaften Wasserbestimmung stark beeinflußt werden, absieht, zwischen + 4,8 und — 3,1, die Werte derselben für Analysen desselben Beobachters Rg zwischen + 4,8 und — 0,9 Molekularperzenten. Die Zahlen L geben geringe Differenzen, stärkere jene unter La. Die von Anfängern ausgeführten Analysen D und K, erstere mit dem Fehler von 2,74 in MgO behaftet, letztere mit mangelhafter CaO-Bestimmung, zeigen Differenzen von + 2,1 und — 4,1.

Die bisher angeführten Berechnungen haben demnach ergeben: daß Analysen, die in der Zeit von 1869—1879 von Geübteren ausgeführt wurden, gegenüber den Forderungen der Theorie bis um 4,8 und — 0,9 Molekularperzente, solche von Anfängern bis um 2,7 und — 4,1, im ungünstigsten Falle bis um — 8,1 Molekularperzente abweichen.

Seither sind die Methoden der Silikatanalyse verbessert worden. Die Bestimmung von SiO_2 kann sehr genau sein, wenn auf die Behandlung des Gels, auf die Gegenwart von TiO_2 Rücksicht genommen und das erhaltene SiO_2 auf dessen Reinheit geprüft wurde. Ob dies geschehen, ist nicht immer sicher. Die Bestimmung des CaO ist eine genaue, jene des Al_2O_3, die in eisenhaltigen Silikaten eine Differenzbestimmung bleibt, etwas weniger genau, die Bestimmung von FeO und MgO hat sich auch vervollkommnet, jene der Alkalien wird bei geringer Quantität derselben bisweilen unterlassen.

Man darf nicht glauben, daß Differenzen, wie die oben angeführten, heutzutage nicht mehr vorkommen. Die Ausführung einer genauen Silikatanalyse erfordert strenge Befolgung der erprobten Methoden, eine peinliche Sorgfalt und große Geschicklichkeit. Ohne eine vorausgegangene längere Übung ist der Erfolg unsicher. Analysen von Anfängern, die bei der Ausführung und Berechnung nicht ständig von einem tüchtigen Analytiker überwacht werden, kommt demnach nicht der Anspruch zu, als Grundlage für Aufstellung oder Prüfung eines Mischungsgesetzes zu dienen. Derlei Erstlingswerke können trotzdem richtig sein, was durch fernere gute Beobachtungen desselben Urhebers bestätigt sein kann. Hier ist nur auf die gebotene Vorsicht bei der Berechnung von derlei Resultaten hingewiesen.

Das über die möglichen Fehler der einzelnen Bestimmungen und über die Analysen von Anfängern Gesagte ist von W. F. Hillebrand und M. Dittrich ausführlich besprochen worden.

Außer durch Beobachtungsfehler kann der Wert einer Silikatanalyse durch Unreinheit oder die begonnene Zersetzung des angewandten Materiales beeinträchtigt werden. Ursprüngliche fremde Einschlüsse und Zersetzungsprodukte können durch eine mikro-

skopische Prüfung erkannt werden. Eine stattgehabte Veränderung des ursprünglich wasserfreien Minerals verrät sich durch einen merklichen Wassergehalt, der nicht immer genau bestimmt wird, wohl auch durch einem Gehalt an CO_2, dessen Bestimmung oft fehlt, weil die von BORGSTRÖM 1914 angegebene Methode noch nicht befolgt werden konnte. Daß aus einem Gestein, das ein Gemenge dreier Bestandteile darstellt, das zu untersuchende Mineral durch Anwendung schwerer Lösungen nicht ganz rein erhalten wird, ist schon öfter bemerkt worden. Ein Beispiel gibt die später unter No. 160 angeführte Untersuchung, bei welcher der so isolierte Plagioklas trotz befriedigender Abscheidung noch 3,9 % des begleitenden Augits enthielt.

Die vorstehende Wiederholung bekannter Erfahrungen könnte überflüssig erscheinen. Sie soll aber eine von gegnerischer Seite gemachte Annahme berichtigen und darauf hinweisen:

daß auch Analysen aus letzter Zeit infolge von Beobachtungsfehlern und Unreinheit des Materiales gegenüber den Forderungen der Theorie erhebliche Differenzen ergeben können.

Analysen der alkalifreien Aluminiumaugite.

Wenn die Zusammensetzung dieser Augite allgemein durch $p\,SiO_2 \,.\, q\,MgO \,.\, r\,CaO \,.\, s\,Al_2O_3$ ausgedrückt wird, wo die Oxyde gleicher Art zusammengefaßt sind, so läßt sich das von mir verteidigte Mischungsgesetz angeben durch

$$p = q + r.$$

BOEKE hat die bezüglichen Analysen auf Molekularperzente umgerechnet, wobei die Beträge s bei der Prüfung dieses Gesetzes außer Betracht bleiben. Der Unterschied zwischen p und $q + r$, durch Δ bezeichnet, gibt die Abweichung von der Theorie an.

Um über die Größe der möglichen Fehler eine Andeutung zu erhalten, wären wiederum Analysen, die an gleichem Material angestellt wurden, zum Vergleiche heranzuziehen. Ich konnte zwei Fälle auffinden. Drei Analysen des Diallags von Ehrsberg: P. Die von PETERSEN 1881 ohne Angabe von Alkalien. Werden die 0,48 % Fe_2O_3 aus der folgenden herübergenommen, so ergeben sich die unten angeführten Molekularperzente. 5) Die aus CATHREIN's Analyse 1882, welche nahezu 1 % Alkalien angibt, nach Abzug des Silikates Si_2AlNaO_6 berechneten Werte. Es ist wohl anzunehmen, daß bei geringen Beträgen der Alkalien diese dem beigemischten Ägirinsilikat angehören. Ebenso 81) die aus der Analyse von KLOOS 1885 nach Abzug des Alkalisilikates berechneten Zahlen. Unter Δ sind die von BOEKE ohne Berücksichtigung der Alkalien, unter Δ' die in vorgenannter Weise berechneten Differenzen aufgeführt.

	SiO_2	MgO	CaO	R_2O_3	Δ	Δ'
P . . .	49,62	24,72	21,93	3,73	3,0	—
5 . . .	49,00	25,23	23,13	2,64	4,2	0,74
81 . . .	47,24	28,49	21,59	2,68	1,1	— 2,84

Dieses Beispiel zeigt, daß für einen Augit eine Analyse, die keine Alkalien anführt, $\Delta = 3$ ergeben kann, während zwei Analysen, die ungefähr 1 % Alkalien anführen, je nach der Berechnung $\Delta = 4,2$ bis 2,8 ergeben können.

Zwei Analysen eines Augits von Dognacska, die erste 75) von Hidegh 1884 ohne Bestimmung der Alkalien, die andere 92) von Loczka 1886 mit 0, 8 % derselben.

75.	50,40	24,37	23,56	1,66	$\Delta = 2,5$
92.	49,41	24,38	24,77	1,44	$\Delta' = 0,26$

Ein Beispiel dafür, wie Analysen des Augits von beiläufig gleichem Fundorte sich verhalten, mögen sechs Analysen vesuvischer Augite angeführt werden.

159. Wedding 1858 . .	$\Delta =$ 1,9	23. Doelter 1877 . .	$\Delta = 0,9$
114. Rammelsberg 1875	$\Delta =$ — 3,65	26. „ „ . .	$\Delta = 0,9$
24. Doelter 1877 . .	$\Delta =$ 1,15	— Ricciardi 1882 .	$\Delta = 0,89$

Hier fällt 114 aus der Reihe, was wiederum einem größeren Beobachtungsfehler zuzuschreiben sein dürfte.

Boeke hat neuerdings von den ursprünglich aufgezählten 163 Analysen jene ausgeschieden, die mehr als 1 % Alkalien oder mangelhafte Analysensummen angeben, so daß das neue Verzeichnis der für alkalifreie Aluminiumaugite geltenden Analysen jetzt 109 enthält. Davon wären jedoch noch 15, die bei einer statistischen Übersicht mitgezählt wurden, einzeln aber als zur Ermittlung der normalen Zusammensetzung ungeeignet, wegzulassen.

11. $\Delta = 4,45$, Steiger, betrifft zufolge des Wassergehaltes von 1,8 % ein schon ziemlich zersetztes Mineral.
15. 11,85, Eakins, ein mit Quarzkörnchen und Hornblendepartikeln verwachsenes Mineral.
25. Als ident mit 159. Wedding.
31. — 4,1.
32. — 3,2.
33. — 4,05, Doelter, nach dessen Angabe durch etwas Calcit verunreinigte Fassaite[1].
38. — 4,15, durch Calcit, der mit Essigsäure ausgezogen wurde, sodann aber noch durch Magnetit und rotbraune Partikel verunreinigtes Mineral.

[1] Die für Fassaite durchwegs in gleichem Sinn erfolgenden Δ deuten auf die Gegenwart eines Carbonat-Silikates, ähnlich dem des Meionits.

48. 9,0, FOXALL, Erstlingsanalyse, mit 1,66 % Wasser, Nebengestein ein permischer Tuff.
64. — 3,3, HEDDLE, durch Labradorit (?),
66. — 5,0 durch Magnetit (?) verunreinigtes Mineral.
76. 2,45, HILGER, zufolge des Wassergehaltes von 2,53 %.
78. 8,75, HUMMEL, Erstlingsanalyse, mit summarisch 1,05 % Alkalien, 1,26 % Wasser, Analysensumme 98.22.
85. 8,45, KOTO, durch Magnetit verunreinigtes Mineral.
139. 5,55, SCHRAUF, ein derber faseriger (!) Diallag. 1,39 % Glühverlust. Reinheit nicht angegeben.
153. — 3,45, TRAUBE, Omphacit. Angaben über MgO und Analysensumme mangelhaft.

Hingegen sind von mir zugefügt: obige Analysen von PETERSEN und RICCIARDI, ferner die wegen des Alkaligehaltes ausgefallene 21), daher nunmehr 97 Analysen der Betrachtung unterzogen werden.

A. Die von mir schon früher genannten 8 von ROSENBUSCH publizierten:

119.	$\Delta =$ 2,1	130.	$\Delta =$ 0,0
127.	$\Delta =$ 2,7	131.	$\Delta =$ — 0,45
128.	$\Delta =$ — 2,4	133.	$\Delta =$ — 2,6
129.	$\Delta =$ — 0,8	136.	$\Delta =$ — 0,9

B. Aus dem Laboratorium der Geol. Survey in Washington hervorgegangenen 12 nach vorher bemerkter Weglassung der Nummern 11 und 15:

8.	WILLIAMS	$\Delta =$ — 0,2	16.	EAKINS	$\Delta =$ — 2,1
9.	CATLETT	$\Delta =$ — 2,5	17.	„	$\Delta =$ — 2,15
10.	HILLEBRAND	$\Delta' =$ — 1,58	18.	CHATARD	$\Delta =$ 0,4
12.	EAKINS	$\Delta =$ — 0,55	19.	CLARKE	$\Delta =$ 1,2
13.	HILLEBRAND	$\Delta' =$ — 0,54	20.	EAKINS	$\Delta =$ 1,45
14.	EAKINS	$\Delta' =$ 2,5	21.	HILLEBRAND	$\Delta' =$ — 0,27

C. 22 Analysen solcher Forscher, von denen auch außerdem bewährte Analysen ausgingen:

5.	CATHREIN	1882	$\Delta' =$ 0,74	137.	SCHARITZER	1884	$\Delta =$ — 1,0
57.	HARRINGTON	1875	$\Delta =$ — 1,85	141.	SCHWAGER	1881	$\Delta =$ 1,15
58.	„	1878	$\Delta =$ 0,85	150.	TEALL	1884	$\Delta =$ 0,05
59.	„	„	$\Delta =$ — 0,2	151.	„	1889	$\Delta =$ 0,25
60.	„	„	$\Delta =$ 0,55	152.	„	„	$\Delta =$ 0,85
83.	KNOP	1885	$\Delta' =$ 0,37	155.	TRAUBE	1890	$\Delta =$ 1,45
84.	„	„	$\Delta =$ — 0,85	157.	WAHL	1907	$\Delta' =$ 1,48
92.	LOCZKA	1886	$\Delta' =$ 0,26	158.	„	„	$\Delta' =$ 2,06
94.	LUDWIG	1887	$\Delta =$ — 0.5	159.	WEDDING	1858	$\Delta =$ 1,85
116.	RICCIARDI	1882	$\Delta =$ 0,75	162.	ZAMBONINI	1900	$\Delta =$ 1,9
—	„	„	$\Delta =$ 0,89	163.	„	1905	$\Delta =$ 2,35

Aus dem vorher Angeführten ist zu ersehen, daß die Ergebnisse der von Geübteren ausgeführten Analysen keine größeren Differenzen als ± 3 Molekularperzente ergeben. Wird der Einfluß der analytischen Fehler bei einem Aluminiumaugit von gewöhnlicher Zusammensetzung berechnet, so zeigt sich, daß schon ein Fehler oder die Vernachlässigung von 0,45 Gewichtsperzenten der Alkalien auf $\Delta = 1,5$ führt, ferner ein Fehler von 0,8 % in SiO_2 und dieser Fehler im entgegengesetzten Sinne in FeO und in MgO zusammen eine Differenz von $\Delta = \pm 2,6$ bewirken. Fehler von solchem Betrage kommen in Analysen von mittlerer Genauigkeit vor und durch Summierung derselben kann die Grenze $\Delta = 3$ bis $\Delta = -3$ erreicht werden.

Demnach scheint es mir gestattet, Analysen, für welche die Beträge Δ sich innerhalb dieser Grenzen halten, als solche zu betrachten, die dem Mischungsgesetze $p = q + r$ nicht widersprechen.

D. Nach Musterung der Analysen, die nach Abzug der unter A bis C genannten übrigbleiben, stellt sich heraus, daß 48, die meistens gelegentliche Untersuchungen darstellen und die ich nicht einzeln betrachten werde, sich innerhalb der Grenzen $\Delta = 3$ und $\Delta = -2,9$ halten, darunter auch 49) Fuchs, die $\Delta' = 2,1$, 103) Nicolau, die $\Delta' = 0,13$ und 160) Wedel, die $\Delta' = 2,6$ ergeben.

Demnach sind es 90 Analysen, deren Berechnung durchwegs Ergebnisse zugunsten des genannten Mischungsgesetzes liefert.

E. Schließlich sind noch 7 Analysen anzuführen, für welche Δ die Grenzen $+3$ und -3 überschreitet.

114. $-3,65$, Rammelsberg 1875, siehe die frühere Bemerkung.
74. 4,7, Heddle 1878, „anscheinend rein". Es fehlt eine Angabe über Alkalien und die sonst bemerkte Prüfung des erhaltenen SiO_2.
41. $-4,9$, Doelter 1883, ohne nähere Angaben.

Diesen drei Analysen dürfte der gleiche Rang zukommen. Die Differenzen könnten durch Fehler von ungefähr 1 Gewichtsperzent, die nach den eingangs angeführten Beispielen wohl möglich sind, hervorgebracht sein.

22. $\Delta' = 4,66$, Dahms 1891, Isolierung durch schwere Lösungen.
144. $\Delta = 5,85$, Sommerlad 1883, „muscheliger Augit" im Basalt. Alkalienbestimmung fehlt. Das Nebengestein erhält erhebliche Mengen.
145. 5,25, Derselbe, Alkalienbestimmung fehlt. Analysensumme 101,16.
161. 8,3, Wedel 1890, Isolierung durch schwere Lösung. $TiO_2 = 2,35$ %. Alkalien 0,64 %. Analysensumme 101,16.

Diese vier Analysen entstammen petrographischen Arbeiten und dürften als Erstlingswerke zu betrachten sein.

Die hier beigefügten Bemerkungen sollen den Wert der zuletzt aufgezählten Beobachtungen keineswegs zugunsten der Theorie herabsetzen, sondern angeben, wie die Differenzen bei ausnahmsloser Gültigkeit der Theorie zu erklären sind. Es erscheint ja möglich, daß Ausnahmen vorkommen, indem neben den Verbindungen, die dem Gesetze $p = q + r$ gehorchen, in einigen Fällen auch eine Beimischung vorhanden wäre, die ein anderes Verhältnis befolgt. Dafür sprechen jedoch, wie aus vorigem zu ersehen ist, nur wenige Beobachtungen, und die Wahrscheinlichkeit einer solchen Annahme wird dadurch verringert, daß auch durch die Unterlassung einer Prüfung des erhaltenen SiO_2, durch ein Übersehen der Alkalien oder von Bestandteilen wie Ti, B, CO_2, F, Li größere Differenzen herbeigeführt werden können.

Demzufolge läßt sich nicht behaupten, daß den letztgenannten Analysen ein solches Gewicht einzuräumen sei, durch welches die Gültigkeit des aufgestellten Gesetzes beeinträchtigt würde.

Die nähere Betrachtung der einzelnen vorhandenen Analysen führt zu demselben Ergebnis, das ich schon in der vorigen Schrift aussprach, nämlich:

daß das genannte Mischungsgesetz der alkalifreien Aluminiumaugite so gut, als es jetzt möglich, begründet ist.

Die entgegengesetzte Behauptung Boeke's: jenes Mischungsgesetz sei unrichtig, weil es nicht allgemein erfüllt sei, indem die Differenzen Δ recht beträchtliche Werte erreichen und die entsprechenden Analysen teilweise in neuester Zeit oder von anerkannt sorgfältigen Forschern ausgeführt seien — wird der aufmerksame Leser der vorliegenden Schrift richtig beurteilen können. Ebenso wird er die Emphase des einer Äußerung Zambonini's entnommenen Ausspruches: „daß die Hypothese von Tschermak endgültig verlassen werden muß", richtig einzuschätzen wissen.

Ich kann nicht umhin, das Bedauern darüber auszusprechen, daß ich genötigt wurde, das ebenso unangenehme als undankbare Amt einer Kritik vorhandener Analysen anzutreten und mich nicht auf Ergebnisse stützen zu können, von denen ich sagte: „Eine größere Anzahl von Analysen, an reinem und verschieden zusammengesetztem Material von einem geübten Analytiker ausgeführt, könnte die Entscheidung bringen." Dazu wäre der Meister der Mineralanalyse E. Ludwig berufen gewesen, an dessen Sterbetage, 14. Oktober 1915, ich diese Schrift abschließe.

Synthese von Speiskobalt und Löllingit.

Von **A. Beutell** und **Fr. Lorenz** in Breslau.

Mit 4 Textfiguren.

Bei der Oxydation von Speiskobalt und Löllingit durch den Luftsauerstoff (dies. Centralbl. 1915. p. 359—373) waren in dem gelösten Teil die beiden Arsenide As_5Co_2 und As_3Fe_4 aufgetreten, doch blieb ihre Existenz noch zweifelhaft, weil eventuell Gemenge vorliegen konnten. So war es nicht ausgeschlossen, daß As_5Co_2 ein Gemisch der beiden Arsenide As_3Co und As_2Co darstellte, auch konnte durch Zufall ein einfaches Verhältnis zwischen Arsen und Metall zustande gekommen sein. Aus diesem Grunde war es nötig, die dort erhaltenen Resultate durch synthetische Versuche sicherzustellen.

In der Literatur finden sich für Kobalt nur Angaben über niedere Arsenide, sogenannte Kobaltspeisen, und zwar sind von Friedrich (Metallurgie, Zeitschr. f. d. gesamte Hüttenkunde. 1908. 1. p. 150) die Verbindungen As_2Co_5, $AsCo_2$ und As_2Co_3 hergestellt worden. Beim Eisen sind von demselben Forscher die beiden Arsenide $AsFe_2$ und As_2Fe_3 erhalten worden (a. a. O. 1907. 1. p. 129); die Existenz von AsCo und AsFe wird als wahrscheinlich hingestellt. Ferner gelang es Hilpert und Dieckmann (Bericht deutsch. chem. Ges. 1911. p. 2378—2385), die beiden Eisenarsenide As_2Fe und AsFe künstlich darzustellen.

Unseren synthetischen Versuchen lag dieselbe Idee zugrunde, die zur Darstellung der verschiedenen Desminhydrate geführt hatte (dies. Centralbl. 1915. p. 4—11). Ebenso wie sich durch Überleiten feuchter Luft bis zur Sättigung bei konstanten Temperaturen und konstantem Druck die verschiedenen Desminhydrate gebildet hatten, sollten mit Arsendampf die verschiedenen Arsenide dargestellt werden. Nur wenn chemische Verbindungen und nicht feste Lösungen vorlagen, mußte auch hier nach völliger Sättigung Gewichtskonstanz in einem mehr oder weniger ausgedehnten Temperatur-Intervall auftreten und nicht nur bei einer Temperatur. Da das Überleiten von Arsendampf bei gewöhnlichem Druck mit großen experimentellen Schwierigkeiten verknüpft ist, zogen wir es vor, die Versuche in zugeschmolzenen, vorher mit der Beutell'schen Quecksilberluftpumpe evakuierten Röhren vorzunehmen. Die nebenstehende Fig. 1 zeigt das Vakuumrohr mit Beschickung; bei späteren Versuchen wurden stets drei Versuchsröhrchen in demselben untergebracht, wodurch Parallelversuche mit verschiedenen Metallen angestellt werden konnten. Als Ausgangsmaterial diente entweder genügend entarsenter Speiskobalt und Löllingit oder auch Pulver von Kobalt.

Das Erhitzen fand in einem elektrischen Röhrenofen statt, dessen Temperatur mit einem Thermoelement aus Platin-Platin-

rhodium gemessen wurde, welches mit einem Voltmeter verbunden war. Die gesamte Versuchsanordnung wird durch Fig. 2 veranschaulicht. Erst nachdem wir das Vakuumrohr mit Silberblech

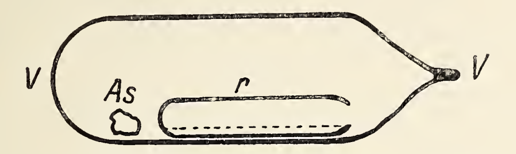


Fig. 1. Natürliche Größe. V = Vakuumrohr, As = Arsenstückchen, r = Röhrchen für Speiskobalt, Kobalt oder Eisen.

umwickelt hatten, erreichten wir bei Parallelversuchen gute Übereinstimmung, weil hierdurch für das ganze Rohr eine völlig gleichmäßige Erhitzung gewährleistet wurde.

Die Reaktionsgeschwindigkeit wird bei gesteigerter Erhitzung stark vermehrt, weil die rasch zunehmende Tension des Arsendampfes ebenso beschleunigend wirkt wie die Erhöhung der Tem-

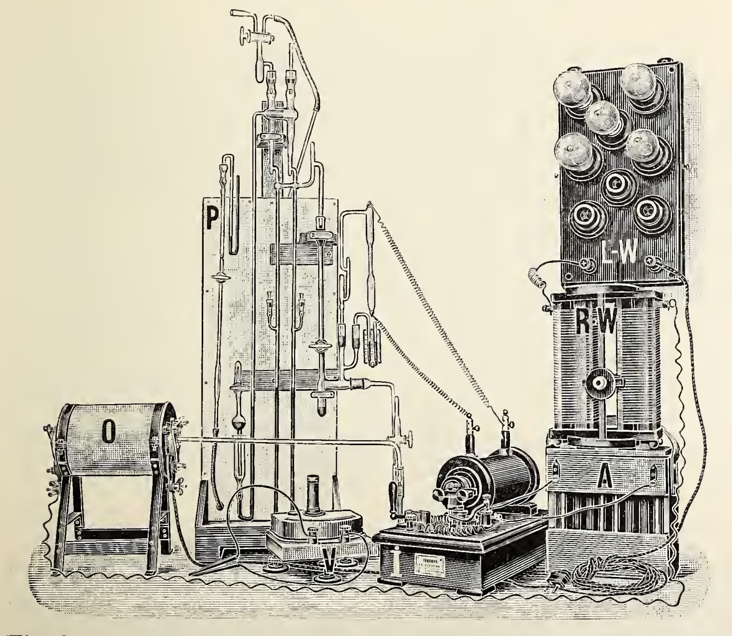


Fig. 2. P = Quecksilberpumpe, I = Induktor, O = elektrischer Ofen, L-W = Lampenwiderstand, R-W = Ruhstratwiderstand, A = Akkumulator, V = Voltmeter.

peratur. Die Versuche waren z. T. sehr zeitraubend; in einigen Fällen war erst nach wochenlangem Erhitzen Sättigung eingetreten.

Tabelle 1, welche der Inaugural-Dissertation von Gibson, Breslau 1911, entnommen ist, liefert einen Einblick in die Beziehungen zwischen Tension und Temperatur des Arsendampfes.

Tabelle 1.

Arsentension für verschiedene Temperaturen.

Temperatur	Tension	Differenz für 10^0
469,4^0 C	26,0 mm Hg	8,1 mm Hg
476,3	31,6	16,1
488,4	50,9	14,4
499,9	67,4	23,4
512,3	96,2	25,1
526,4	131,6	44,6
557,4	269,9	55,8
568,9	334,1	

Die Versuchstemperaturen erstreckten sich von 275—618^0. Bei 275^0 ist die Arsentension noch sehr gering und daher die Reaktionsgeschwindigkeit äußerst langsam; niedere Temperaturen kommen deshalb für uns nicht in Frage. Nach oben war die Grenze dadurch gegeben, daß bei Dauerversuchen die Temperatur von 600^0 nicht weit überschritten werden durfte, weil sonst das Glas zu erweichen beginnt.

Gegen unsere Erwartung stellte sich heraus, daß mit steigender Temperatur immer höhere Arsenide entstanden. Während wir in der Vakuumdestillation gefunden hatten, daß sich zwischen 500^0 und 600^0 die höheren Arsenide des Speiskobalts unter Abgabe von Arsen in das Monarsenid AsCo verwandelten, entstand im zugeschmolzenen Rohr in diesem Intervall das höchste Arsenid As_3Co. Dieses unerwartete Ergebnis wird dadurch verursacht, daß die zersetzende Wirkung der höheren Temperatur mehr als ausgeglichen wird durch die überaus rasche Zunahme der Arsentension.

Synthese der Kobaltarsenide.

Wir gingen zunächst vom Speiskobalt aus, doch mußten wir, um hinterher das Erzpulver wieder mit Arsendampf sättigen zu können, zunächst eine genügende Menge Arsen durch Vakuumdestillation austreiben. Dieser Umweg ist nicht zu vermeiden, weil die Vakuumdestillation im allgemeinen auf keine einheitlichen Arsenide führt. Der Grund hierfür liegt, wie in der Arbeit über Desmin gezeigt

wurde (dies. Centralbl. a. a. O.), in der starken Kohäsion im Innern eines Massenteilchens, im Vergleich zu der schwachen an der Oberfläche. Deshalb zersetzen sich bei der Destillation im Innern andere Arsenide als an der Oberfläche, und es bleibt als Rückstand ein Gemenge. Nur ausnahmsweise, wenn das Beständigkeitsintervall groß ist, führt der Abbau auf eine einheitliche Verbindung, wie es z. B. bei AsCo zutrifft. Bei der Darstellung der Arsenide durch Sättigung mit Arsendampf spielt die Kohäsion keine Rolle, und so ergeben sich die einzelnen Arsenide nacheinander in verschiedenen Temperaturintervallen.

Der von uns benutzte Speiskobalt von Riechelsdorf in Hessen ergab bei der Analyse die folgende Zusammensetzung:

Arsen	72,97 %
Wismut	1,31
Schwefel	1,70
Kobalt	10,88
Nickel	9,41
Eisen	2,78
unlösl. Rückst.	0,58
Summe	99,63 %

Atomverhältnis R : As = 1 : 2,53.

Das feine Mineralpulver wurde zunächst bei 600° so lange im Vakuum erwärmt, bis kein Arsen mehr abdestillierte, und dann noch einige Stunden zwischen 600 und 700° weiter erhitzt; es hatte dann die Zusammensetzung R : As = 1 : 0,95. Nachdem es 12 Tage lang bei 275° im Arsendampf verblieben war, hatte es zwar deutlich Arsen aufgenommen, doch war das Verhältnis R : As nur auf 1 : 0,96 gestiegen. Da die Sättigung bei dieser schwachen Arsentension mehrere Monate in Anspruch genommen hätte, und da die Versuche wegen des Stromverbrauchs kostspielig sind, gingen wir zu höheren Temperaturen über. Das Beständigkeitsintervall muß jedoch, weil ein zwischen 0,96 und 1 liegendes Arsenid nicht angenommen werden kann, von 275° an gerechnet werden.

Die Versuchstemperatur wurde gesteigert, sobald in $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Tagen keine merkliche Arsenaufnahme stattgefunden hatte. Die Ergebnisse der synthetischen Versuche am Speiskobalt sind in Tabelle 2 (p. 14) zusammengestellt.

Die in der Tabelle festgelegten Beständigkeitsintervalle beanspruchen keine absolute Gültigkeit, denn wenn auch innerhalb eines Tages keine merkliche Arsenaufnahme nachzuweisen ist, so kann eine solche bei längerer Einwirkung doch noch eintreten. Die Anfangstemperatur eines Intervalls bedeutet daher nichts anderes, als daß die Reaktionsgeschwindigkeit bei ihr bereits so groß ist, daß sie innerhalb 24 Stunden mit Sicherheit nachgewiesen

Tabelle 2.

Synthetische Versuche mit Speiskobalt, der durch Vakuumdestillation auf die Formel $As_{0,95}$ R gebracht worden war.

Temperatur	Dauer	Atomverhältnis R : As	Formel	Beständigkeits-Intervall
275°	12 Tage	1 : 0,96		
360	50 „	1 : 1,06	As R	75°
350	42 Stunden	1 : 1,08		
355°	20 Tage	1 : 1,33	das Verhältnis muß wegen der Verunreinigungen als zufällig angesehen werden; es hat sich mit reinem Kobalt nicht bestätigt	
365	15 Stunden	1 : 1,33		
375	23 „	1 : 1,33		
385	24 „	1 : 1,33		
395°	20 Tage	1 : 1,84	As_2 R	10°
405	15½ Stunden	1 : 1,84		
415°	96 Tage	1 : 2,41		
500	16 „	1 : 2,82	As_3 R	118°
618	23 Stunden	1 : 2,84		

werden kann. Ähnlich verhält es sich mit den Endtemperaturen der Beständigkeitsintervalle. So haben wir als Höchsttemperatur für das Arsenid As R die Temperatur von 350° angegeben, trotzdem wir in einem Dauerversuch von 9 Wochen bis auf das Verhältnis R : As = 1 : 1,50 gelangt waren. Auch bei 400° stieg in einem 8 Wochen fortgesetzten Versuche der Arsengehalt weit über das Verhältnis R : As = 1 : 2. In beiden Fällen haben wir diese langsam nebenher verlaufenden Prozesse vernachlässigt, um nicht das übersichtliche Bild, welches die Tabelle von den Hauptvorgängen gibt, zu verwischen.

In Wirklichkeit bestehen keine so scharfen Temperaturgrenzen zwischen der Bildung des einen und des anderen Arsenids, sondern es entstehen im allgemeinen mehrere gleichzeitig, von denen jedoch nur eins eine merkliche Reaktionsgeschwindigkeit besitzt.

Es haben sich die drei Arsenide As R, As_2 R und As_3 R ergeben, von denen das Biarsenid nur in einem ziemlich beschränkten Temperaturintervall beständig ist. Bei As_2 R und As_3 R sind die Abweichungen, wie die Atomverhältnisse zeigen, größer, als die Versuchsfehler sein können, wofür die Verunreinigungen des Speiskobalts an Wismut, Schwefel und hauptsächlich an Eisen ver-

antwortlich zu machen sind. Ob noch Zwischenarsenide existieren wie As_4R_3, konnte bei diesen starken Abweichungen nicht entschieden werden; es trat daher die Notwendigkeit an uns heran, noch Versuche mit reinem Kobalt anzustellen. Das Kobaltpulver war von C. A. F. Kahlbaum bezogen und wurde vor dem Gebrauch nochmals mit Wasserstoff reduziert. Die Versuchsanordnung war im übrigen genau dieselbe wie bei den Versuchen mit Speiskobalt. Die erzielten Resultate enthält die Tabelle 3.

Tabelle 3.

Darstellung der Kobaltarsenide aus reinem Kobalt.

Temperatur	Dauer	Atomverhältnis Co : As	Formel	Beständigkeits-Intervall
275°	12 Tage	1 : 0,16		
310	180 Stunden	1 : 0,97	AsCo	60°
325	34 „	1 : 1,03		
335	11 „	1 : 1,03		
345°	10 Stunden	1 : 1,08		
355	275 „	1 : 1,52	As_3Co_2	20°
365	19 „	1 : 1,55		
385°	250 Stunden	1 : 1,99		
395	14 „	1 : 2,02	As_2Co	20°
405	18 „	1 : 2,03		
415°	232 Stunden	1 : 2,49	As_5Co_2	15°
430	14 „	1 : 2,53		
450°	325 Stunden	1 : 2,96		
580	19 „	1 : 2,96	As_3Co	168°
618	18 „	1 : 2,99		

Über die Abgrenzung der Intervalle gilt das beim Speiskobalt Gesagte; auch hier konnten bei wochenlanger Fortführung der Versuche die Atomverhältnisse nach oben verschoben werden. Ein 9 Wochen dauernder Versuch mit Kobalt führte bei 350° auf die Formel $As_{1,68}Co$ (statt $As_{1,5}Co$), und bei 400° wurde in 8 Wochen die Formel $As_{2,14}Co$ (statt As_2Co) erhalten.

Außer den schon mit Speiskobalt erhaltenen Arseniden AsR, As_2R und As_3R hatte sich noch As_3Co_2 und As_5Co_2 gebildet. Während AsCo ein hellgraues Pulver mit einem deutlichen Stich ins Rote darstellt, färben sich die Arsenide durch die Arsenaufnahme immer dunkler, bis am Schlusse das schwarze As_3Co

erscheint. Die aus Speiskobalt erhaltenen Präparate sind den aus reinem Kobalt erhaltenen sehr ähnlich, doch fehlt ihnen der Stich ins Rote.

Von besonderem Interesse ist die Synthese von As_5Co_2, welches wir gelöst bei der Luftoxydation gefunden hatten (a. a. O.), dessen Existenz uns damals jedoch noch zweifelhaft erschien, weil es eine Mischung aus As_2Co und As_3Co sein konnte.

Nunmehr liegt kein Grund vor, an dem Vorhandensein von As_5Co_2 im Speiskobalt zu zweifeln.

Synthese der Eisenarsenide.

Um die Abweichung der aus dem Speiskobalt dargestellten Arsenide von den theoretischen Formeln aufzuklären, mußten sich, da unser Speiskobalt 2,78 % Eisen enthielt, folgerichtig an die Versuche mit reinem Kobalt solche mit Eisen anschließen. Als Ausgangsmaterial wählten wir denselben Löllingit aus Reichenstein, mit dem wir die Luftoxydation durchgeführt hatten (dies. Centralbl. 1915. p. 359—373). Wie beim Speiskobalt mußte zunächst im Vakuum Arsen abdestilliert werden, doch benutzten wir, da sich der Löllingit schwerer zersetzt, an Stelle des Kaliglasrohres ein Porzellanrohr. Nachdem wir das Erzpulver $3\frac{1}{2}$ Tage bis zur Rotglut erhitzt hatten, ergab die Analyse die empirische Zusammensetzung $As_{0,88}Fe$. Die synthetischen Versuche wurden genau wie beim Speiskobalt im Glasrohr unter Benutzung des elektrischen Ofens durchgeführt. Die Versuchsergebnisse enthält die Tabelle 4 (p. 17).

Daß in dem Intervall von 285° bis 325° die Tension des Arsendampfes so gering sei (Versuche 1—3 a), daß bei vier Tage langem Erhitzen keine Gewichtszunahme stattfinden konnte, ist kaum anzunehmen; wahrscheinlich gehört das Intervall einem niederen Arsenide an. Für die Existenz des bei der Luftoxydation in der Lösung gefundenen Arsenids As_3Fe_4 (dies. Centralbl. 1915. p. 372), das wir schon damals als zweifelhaft bezeichneten, hat die Synthese keinerlei Anhalt gegeben, obwohl das betreffende Nickelarsenid (As_3Ni_4) neuerdings nachgewiesen ist (Chase Palmer, Tetranickeltriarsenid (Maucherit) und seine Fähigkeit, Silber auszufällen. Groth's Zeitschr. 1915. **54**. p. 433—441). Das zweite in der Lösung vorhandene Arsenid As_3Fe_2 ist durch die Synthese sichergestellt; ebenso das Arsenid As_2Fe, das bei der Luftoxydation des Löllingits als Rückstand übrigblieb.

Bemerkenswert ist das große Beständigkeitsintervall von As_2Fe, der wichtigsten Komponente des Löllingits, weil es uns erklärt, weshalb derselbe als Differentiationsprodukt in den Reichensteiner Eruptivgesteinen auftreten kann.

Tabelle 4.

Synthese der Arsenide des Löllingits.

No.	Temperatur	Dauer	Atomverhältnis Fe : As	Formel	Beständigkeits-Intervall
1	285°	15 Stunden	1 : 0,89	—	
2	315	42 "	1 : 0,89	—	
2 a	315	43 "	1 : 0,88	—	
3	325	40 "	1 : 0,89	—	
3 a	325	40 "	1 : 0,88	—	
4	335°	46 Stunden	1 : 0,90	As Fe	
5	340	126 "	1 : 1,03	"	
6	350	10½ "	1 : 1,03	"	50°
7	360	44 "	1 : 1,08	"	
8	375	24½ "	1 : 1,09	"	
9	385	23½ "	1 : 1,12	"	
10	395°	541 Stunden	1 : 1,56	$As_3 Fe_2$	
10 a	395	536 "	1 : 1,55	"	
11	405	55½ "	1 : 1,57	"	20°
11 a	405	55½ "	1 : 1,59	"	
12	415	37 "	1 : 1,59	"	
12 a	415	37 "	1 : 1,62	"	
13	430°	56½ Stunden	1 : 1,68	$As_2 Fe$	
13 a	430	56½ "	1 : 1,70	"	
14	460	21 "	1 : 1,73	"	
14 a	460	21 "	1 : 1,74	"	
15	500	60 "	1 : 1,85	"	188°
15 a	500	60 "	1 : 1,86	"	
16	530	41 "	1 : 1,87	"	
16 a	530	41 "	1 : 1,87	"	
17	618	111½ "	1 : 1,90	"	
17 a	618	111½ "	1 : 1,90	"	

Die Bildungstemperaturen der reinen Kobaltarsenide und der aus Löllingit gewonnenen Eisenarsenide geben klaren Aufschluß über die beim Speiskobalt auftretenden Abweichungen von den genauen, theoretischen Formeln. Zur Erleichterung der Übersicht haben wir unsere sämtlichen synthetischen Resultate in der Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5.

Vergleich der Arsenide des reinen Kobalts und Eisens mit den aus Speiskobalt erhaltenen.

Temperatur	Arsenide des Eisens gefunden am		Arsenide des Kobalts gefunden an			
	Löllingit		reinem Kobalt		Speiskobalt	
	Fe : As	Formel	Co : As	Formel	R : As	Formel
275°	—		—		1 : 0,96	
285	1 : 0,89		—		—	
310	—		1 : 0,97	$AsCo$	—	
315	1 : 0,89		—		—	
325	1 : 0,89		1 : 1,03		—	AsR
335	1 : 0,90		1 : 1,03		—	
340	1 : 1,03	$AsFe$	—		—	
345	—		1 : 1,08		—	
350	1 : 1,03		—		1 : 1,08	
355	—		1 : 1,52	As_3Co_2	1 : 1,33	
360	1 : 1,08		—		—	
375	1 : 1,09		1 : 1,55		1 : 1,33	
385	1 : 1,12		1 : 1,91		1 : 1,33	As_2R
395	1 : 1,55		1 : 2,02	As_2Co	1 : 1,84	
405	1 : 1,58	As_3Fe_2	1 : 2,03		1 : 1,84	
415	1 : 1,59		1 : 2,49	As_5Co_2	1 : 2,41	
430	—		1 : 2,53		—	
450	—		1 : 2,96		—	
460	1 : 1,74		—		—	As_3R
500	1 : 1,86	As_2Fe	—	As_3Co	1 : 2,82	
580	—		1 : 2,96		—	
618	1 : 1.90		1 : 2,99		1 : 2,84	

Wie die Tabelle erkennen läßt, kann man die für Speiskobalt experimentell erhaltenen Formeln aus den für reinen Kobalt und Löllingit gefundenen ohne weiteres ableiten. Daß die Sättigung bei Speiskobalt nicht auf As_3R, sondern nur auf $As_{2,84}R$ führt, hat seinen Grund in dem Zusammenfallen der Intervalle des Triarsenids des Kobalts As_3Co mit dem Biarsenid des Eisens As_2Fe. Anstatt As_2R fanden wir beim Speiskobalt nur $As_{1,84}R$, also ebenfalls zu wenig Arsen. Ein Blick auf die Tabelle ergibt als Ursache das Zusammenfallen der Beständigkeitsintervalle von As_2Co mit den der beiden Eisenarsenide $AsFe$ und As_3Fe_2. In beiden Fällen sind die Abweichungen von der theoretischen Formel bedingt durch die höhere Bildungstemperatur der Eisenarsenide.

Mikroskopische Untersuchung.

Nachdem durch Analyse und Synthese die im Speiskobalt und Löllingit enthaltenen Komponenten festgestellt waren, wurde versucht, die einzelnen Arsenide auch mit Hilfe des Mikroskops festzustellen. Herr Prof. Dr. Oberhoffer von der hiesigen Technischen Hochschule war so freundlich, uns einige Erzstückchen anschleifen und polieren zu lassen. Die folgenden Abbildungen Fig. 3 und Fig. 4 sind nach Photographien hergestellt, welche er uns mit einem metallographischen Mikroskop hergestellt hatte, das mit Opakilluminator versehen war. Auch an dieser Stelle sagen wir ihm unseren verbindlichsten Dank.

Bei der mikroskopischen Prüfung stellte sich heraus, daß die Erscheinungen am Speiskobalt so komplizierter Natur waren, daß zu ihrer sicheren Deutung umfangreiche Untersuchungen erforderlich waren. Einfacher lagen die Verhältnisse beim Löllingit. Es sollen daher hier nur die mikroskopischen Ergebnisse am Löllingit mitgeteilt werden, während die am Speiskobalt einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

In Übereinstimmung mit den chemischen Ergebnissen, welche als Hauptkomponenten die beiden Arsenide As_3Fe_2 und As_2Fe festgestellt hatte, zeigt das mikroskopische Bild zwei deutlich verschiedene Substanzen. Für das bei der Luftoxydation in geringer Menge gefundene As_3Fe_4, dessen Existenz noch zweifelhaft ist, ergab sich kein Anhaltspunkt. Fig. 3 stellt den ungeätzten Schliff bei 120facher Vergrößerung dar. Die ganze Erzmasse erscheint fast weiß, und nur der Serpentin hebt sich als dunkle Ader ab. Erst nach dem Ätzen mit verdünnter Salpetersäure stellt sich heraus, daß das Erz inhomogen ist. Der größte Teil nimmt eine bleigraue Färbung an, und nur einzelne Adern und unregelmäßige Flecke bewahren ihre ursprüngliche, fast silberweiße Färbung. Fig. 4 gibt ein Bild des geätzten Schliffes bei 80facher Vergrößerung. Die ziemlich dunkel gefärbte Grundmasse ist in der Mitte des Gesichtsfeldes von einer breiten hellen Ader durchsetzt; kleinere helle Erzpartien sind auch unten rechts zu erkennen. Die schwarzen Stellen rühren von Serpentin her.

Die chemische Identifizierung der beiden Arsenide stößt auf keine Schwierigkeiten, wenn man sich das Mischungsverhältnis derselben vor Augen führt. Die Zerlegung des Löllingits durch Luftoxydation (dies. Centralbl. 1915. p. 359—373) führt, wie aus der Tabelle 6, p. 372, zu entnehmen ist, auf die Zusammensetzung

As_3Fe_2	61 %	
As_2Fe	36 „	
As_3Fe_4	3 „	(nicht sichergestellt).

Da die vorherrschende Substanz offensichtlich die dunklere ist, so muß sie als das Sesquiarsenid As_3Fe_2 gedeutet werden.



Fig. 3. Löllingit, ungeätzt im auffallenden Licht. Vergr. 1 : 120.



Fig. 4. Löllingit, geätzt im auffallenden Licht. Vergr. 1 : 80.

Daß sie, wie aus der Anfärbung hervorgeht, von der verdünnten Salpetersäure stärker angegriffen wird als das Biarsenid As_2Fe, ist nach den Resultaten der Luftoxydation nicht überraschend, denn sie war dabei völlig in Lösung gegangen, während das Biarsenid unzersetzt zurückblieb. Die stark zurücktretende, fast silberweiße Substanz, welche von verdünnter Salpetersäure nicht angegriffen wird, stellt das Biarsenid As_2Fe dar.

Die Synthese von Speiskobalt und Löllingit war durchgeführt worden, weil bei der Zerlegung der beiden Mineralien durch Luftoxydation (dies. Centralbl. 1915. p. 359—373) die in Lösungen gefundenen Verhältniszahlen von Metall und Arsen keine sicheren Schlüsse auf die Existenz der entsprechenden Verbindungen in fester Form ziehen ließen. Erst nachdem die jetzigen Versuchsreihen zu Ende geführt sind, lassen sich die Ergebnisse der beiden Mitteilungen feststellen. Die folgende Zusammenstellung enthält daher außer den Resultaten der synthetischen Versuche auch diejenigen der Zerlegung von Speiskobalt und Löllingit durch den Luftsauerstoff.

Ergebnisse der Zerlegung von Speiskobalt und Löllingit durch Luftoxydation und ihrer Synthese.

1. Die unter dem Namen Speiskobalt und Chloanthit zusammengefaßten Mineralien entsprechen keiner einfachen Formel, sondern sind Mischungen von verschiedenen Arseniden.
2. Die langsame Oxydation mit Luft gestattet eine quantitative Trennung dieser Mischungskomponenten.
3. In dem von uns untersuchten Speiskobalt Varietät 2 von Riechelsdorf, dem die empirische Zusammensetzung $As_{2,87}Co$ zukam, wurden die Arsenide As_2Co, As_5Co_2 und As_3Co nachgewiesen, welche, wie aus Tabelle 4, p. 368, zu entnehmen ist, in folgender Weise gemischt sind: 63 % As_3Co, 30 % As_5Co_2 und 7 % As_2Co.
4. Durch Synthese neu dargestellt sind die Arsenide $AsCo$, As_3Co_2, As_2Co, As_5Co_2 und As_3Co.
5. Nach den synthetischen Versuchen erscheint es möglich, daß außer den drei von uns im Riechelsdorfer Speiskobalt gefundenen Arseniden auch $AsCo$ und As_3Co_2 auftreten.
6. Die Synthese der Kobaltarsenide läßt die Entstehung des Speiskobalts auf pyrogenem Wege zu; bei gesättigtem Arsendampf besitzen die höchsten Arsenide die höchsten Bildungstemperaturen.
7. Freies Arsen ist im Speiskobalt nicht enthalten.
8. Der Tesseralkies stellt ein Gemisch von As_3Co mit niederen Arseniden dar und gehört daher in die Gruppe des Speiskobalts.

9. Der Reichensteiner Löllingit entspricht keiner bestimmten Formel, sondern besteht wesentlich aus einer Mischung von As_3Fe_2 (etwa 61 %) und As_2Fe (etwa 36 %); die Anwesenheit von As_3F_4 ist nicht sichergestellt.
10. Durch Synthese neu dargestellt ist das Eisenarsenid As_3Fe_2.
11. Die Anwesenheit von AsFe muß in den Löllingiten angenommen werden, welche weniger als 66 % Arsen enthalten wie die in Tabelle 5, p. 370 (a. a. O.) unter No. 28 und 29 verzeichneten.
12. Der Schwefelgehalt des Löllingits rührt von beigemengtem Arsenkies her.
13. Die beiden Hauptkomponenten des Löllingits (As_3Fe_2 und As_2Fe) sind auch mikroskopisch festzustellen.

Breslau, Mineral. Institut der Universität, August 1915.

Über subaquatische Rutschungen.

Von **F. X. Schaffer.**

Mit 1 Textfigur.

In einem Aufsatze: „Über rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung“ (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1908. II.) hat Arnold Heim diese Erscheinung an mehreren Schweizer Seen besprochen, ähnliche aus dem Auslande erwähnt und ihre Folgen für die Sedimentation hervorgehoben. Es ist durchaus unzweckmäßig, für diese Rutschungen nach Analogie der subaërischen Solifluktion den Ausdruck Subsolifluktion zu verwenden, denn *subsolum* kann, wie im Französischen *soussol,* nur „Untergrund“, aber nicht Boden eines Gewässers bedeuten, und wenn in einer Fußnote beigefügt wird, daß die Vorsilbe *sub* „unter Wasser“ ausdrücken soll, so zeigt dies, daß der Ausdruck dem Autor selbst unverständlich erscheint und nur eine Vergewaltigung des Begriffes ist, wie sie leider in neuerer Zeit die Sucht, neue termini technici zu prägen, zeitigt.

Unter den Beispielen, die Arn. Heim von fossilen subaquatischen Rutschungen anführt, ist aber keines von zwingender Beweiskraft und besonders das der Öhninger Mergel wohl viel eher als Zusammenschub eines plastischen Sediments zwischen starren Schichten anzusehen, da ein Fließen der Oberfläche der abgerutschten Partie und eine diskordante Überlagerung zu erkennen sein müßte, während es sich dort, wie ausdrücklich bemerkt wird und aus der Abbildung hervorgeht, um ein scharfes Abschneiden der gefalteten Partie an

den ungestörten Liegendschichten handelt, was bei einem fließenden „Brei" nie der Fall sein könnte.

Ein viel schöneres Beispiel subaquatischer Rutschungen habe ich schon vor vielen Jahren (Beiträge zur Parallelisierung der Miocänbildungen des Piemontesischen Tertiärs mit denen des Wiener Beckens. II. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1899) von der berühmten Lokalität Bocca d'Asino bei Serravalle—Scrivia im Ligurischen Apennin beschrieben. Dort tritt feiner, plastischer Tegel mit Serpentinschotter durcheinandergemengt auf, der zum Teil ganze Lagen bildet und in dem Conchylien in großer Menge liegen. Wie ich gezeigt habe, ist hier eine Seichtwasserfauna mit großen, dick-

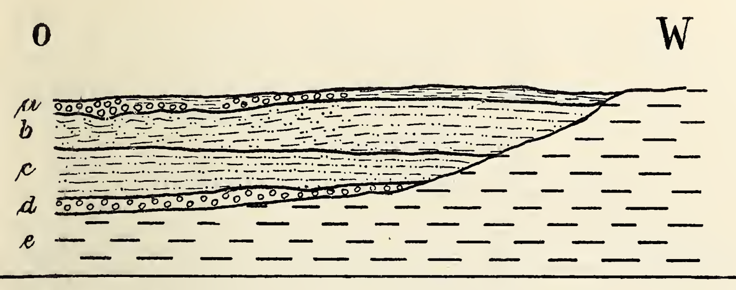


Fig. 1. a) Humusdecke und eckiger diluvialer Schotter bis 1 m stark. b) 2—6 m bräunlichgelber, sandiger Tegel mit schlechterhaltenen Conchylien. c) Bis zu 5 m grauer, sandiger Tegel mit schlechten Conchylienschalen des Badener Typus. d) $\frac{3}{4}$ m Schotterlage mit den Fossilien der Gainfahrner Fauna. e) Blaugrauer, plastischer Tegel mit der reichen Badener Fauna. Die Schicht e ist gegen d durch eine Rutschfläche begrenzt.

schaligen Bivalven und Gastropoden, die im schotterigen Sediment des Litorals gelebt haben, durch Rutschungen auf eine sekundäre Lagerstätte gelangt und deshalb sind diese starkschaligen Conchylien abgerieben und zerbrochen, während die zarten Formen des tieferen Wassers vortrefflich erhalten sind.

Einen zweiten, ebenso schönen Fall zeigt die in der Literatur so bekannte Tegelgrube von Vöslau bei Wien, wo Schotter mit einer reichen Fauna lokal auf einer Rutschfläche des darunterliegenden Badener Tegels abgerutscht und wieder von Tegeln überlagert worden sind (Fig. 1), so daß bei der früher üblichen Aufsammlung die beiden faziell so verschiedenen Faunen der Sande von Gainfahrn und der Tegel von Baden zu der Vöslauer Fauna vereinigt worden sind, die als Mischfauna schon lang erkannt, aber noch nicht richtig gedeutet worden ist. Auch hier sind die starkschaligen Conchylien des Litorals zerbrochen und

abgerieben, während die überaus zartschaligen Formen des Tegels unversehrt sind. Diese Erklärung ist nach den neueren Aufschlüssen in der Grube wohl richtiger ein Absinken des Schotters samt dem hangenden Tegel. Solche Rutschungen sind entweder bei Niederwasser infolge mangelnden Gegendruckes oder bei einer heftigen Erderschütterung auf schlammigem Untergrund erfolgt.

Ein ähnliches Beispiel aus der Gegenwart hat das Schiff Travailleur an der portugiesischen und spanischen Küste nachgewiesen, wo in 300—500 Faden Tiefe grobe Detritusmassen mit einer ausgesprochenen Tiefseefauna gedredscht worden sind.

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

In der Nacht vom 25./26. September fiel als Leutnant und Zugführer bei Haisnes in Nordfrankreich an der Spitze seines Zuges der wissenschaftliche Leiter der geologisch-paläontologischen Sammlung am Provinzial-Museum in Hannover Dr. **Wilhelm Delhaes**.

Geboren am 31. Oktober 1883 in Berlin, studierte er Geologie und Paläontologie in Freiburg i. Br., Göttingen und Bonn, woselbst er mit der Arbeit: „Beiträge zur Morphologie und Phylogenie von *Haliotis* Linné“ promovierte. Im Jahre 1911 ging er als Landesgeologe nach Argentinien und kehrte 1913 nach Europa zurück, wo er sich am Provinzial-Museum in Hannover glänzend betätigte. Zu Beginn des Krieges zog er als Unteroffizier der Reserve mit der Maschinengewehr-Kompagnie eines Reserve-Infanterie-Regiments ins Feld und wurde in seiner ersten Schlacht, bei Gozée am 23. August 1914, schwer verwundet. Wieder genesen und mit dem Eisernen Kreuz geschmückt zog er Juni zum zweitenmal an die Front, von wo er nicht wiederkehren sollte.

Außer mehreren kleineren Mitteilungen veröffentlichte Delhaes zusammen mit H. Gerth 1912 „Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Önsingen (Solothurn)“.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die Salzlager am Ojo de Liebre an der Westküste von Nieder-Kalifornien.

Von **E. Wittich**, Mexiko.

Bei der Expedition, die die mexikanische Regierung in den Jahren 1911—1912 zur Erforschung des nördlichen Teiles der Halbinsel Nieder-Kalifornien veranlaßte, hatten wir Gelegenheit, auch die großen Salzlager, am innersten Teile der Bucht von Sebastian Vizcaino gelegen, zu besuchen, die zugleich den südlichsten Punkt unserer Reise bildeten[1]. Diese Salinen sind ausgedehnte Salzfelder von vielen Quadratmeilen Oberfläche, die von der Ferne aussehen wie riesige Schneefelder oder Gletscherzungen, eingesenkt zwischen mächtige Sanddünen, die von der südöstlichen Ecke der Vizcainobucht sich tief ins Innere des Landes hineinerstrecken bis etwa zum 27° 40′ n. Br.

Um die geräumige Vizcainobucht bildet das Land eine ausgedehnte Niederung, die völlig bedeckt ist mit Dünenzungen, während die Küstengebirge weit ins Innere der Halbinsel zurücktreten. Nur einige wenige und vereinzelte basaltische Erhebungen liegen im nördlichen Teile dieser weiten Ebene zerstreut; zu diesen gehört auch der weit ins Meer vorspringende Berg am Eingang des ehemaligen Hafens von Santo Domingo. Diese großen Sandwüsten, die viele Quadratkilometer bedecken, beginnen etwas nördlich von dem erwähnten Hafen von Santo Domingo und ziehen sich nach Süden fort bis zur Sierra Santa Clara, von Ost nach West also landeinwärts erstrecken sie sich über eine Zone von etwa 60 km; diese ganze Wüstenregion ist unter dem Namen „El Llano del Berrendo“ ebenso bekannt wie gefürchtet.

Etwa in der Mitte von Nord nach Süd und unmittelbar an der Küste liegen die großen Salinen zwischen niederen Dünenzügen, 4—5 km entfernt von der einzigen Wasserstelle der ganzen Gegend, dem sogenannten Ojo de Liebre. Es sind lange, zungenartige Niederungen, ehemalige Lagunen, die heute mit einer dicken,

[1] E. Böse y E. Wittich, Informe acerca de la region occidental de la region norte etc. in der Memoria de la Comision que exploro la region norte de la Baja California. Parergones del Instit. Geolog. Mexico. 4. 1913.

schneeweißen Salzkruste überzogen sind. Das längste dieser Salzfelder hat mehr als 10 km, das nächst kleinere hat etwa 8 km und ein weiteres kleineres Feld kaum 4 km Länge; die Breite dieser Felder schwankt zwischen 2—3 km; außer diesen drei größeren Feldern haben sich auch in den kleineren Buchten Salzabsätze gebildet. Zwei weitere Lagunen, nördlich dieser 3 Felder, waren zur Zeit unseres Besuches noch vollständig mit Wasser bedeckt.

All diese Salzfelder sind heute noch mit dem Ozean in offener, wenn auch nicht in direkter Verbindung; sie münden nämlich in eine flache Bucht, bekannt als „Scammons Lagoon“ oder „Laguna del Ojo de Liebre“, die ihrerseits erst mit der Vizcainobucht, resp. dem offenen Ozean in Verbindung steht.

Für die Bildung und die Erhaltung dieser Salzlager ist die flache, vorgelagerte Bucht von besonderer Bedeutung, da sie ein direktes Eindringen der Meeresbrandung und ein zu starkes Überfluten der Salzlager verhindert.

Schichtenfolge in den Salzlagern.

Um eine Unterlage für eine Quantitätsberechnung oder eine Schätzung der Salzmenge zu bekommen, haben wir auf den verschiedenen Feldern eine Reihe Einschläge gemacht, die uns einen Einblick in die Mächtigkeit und die Lagerungsverhältnisse der Salzdecke in den verschiedenen Teilen der Lager ermöglichten. Dabei zeigte sich, daß die Mächtigkeit der Salzdecke gegen die Meeresküste hin allmählich abnimmt. Noch ungefähr 1 km vom Ufer entfernt ist die Salzdecke so dünn, daß sie beim Betreten zusammenbricht wie dünnes Eis. Diese Partien sind im allgemeinen sehr flach, nur 1—2 Fuß tief; unter der dünnen Salzhaut folgt ein zäher Salzschlamm, darunter eine festere Sandschicht, die ein weiteres Einsinken verhindert. Von diesen als „Atasquaderos“ bezeichneten Partien nimmt die Salzdecke landeinwärts stets an Stärke zu und erreicht in den günstigsten Fällen eine Mächtigkeit von etwas über 30 cm; auf ausgedehnten Strecken hatte die Salzdecke eine Stärke von 15—30 cm.

Der Salzschlamm ist meist mit vielen Resten von verfaulenden Meeresalgen derart erfüllt, daß er stark nach Schwefelwasserstoff riecht, zuweilen wird er noch von dünnen Calichebändern durchzogen. Das Liegende dieses Salzpelites bildet in allen Fällen ein feiner Quarzsand, teilweise durch organische Beimengungen braun gefärbt. Auch hier tritt in großer Menge starke Salzlauge auf, so daß ein tieferes Ausschachten meist unmöglich war. In den Schlamm- und Salzschichten finden sich zahlreiche große Gipskristalle, die besonders in dem lettigen Schlamme förmliche Gipszonen bilden.

Das Salz selbst ist im allgemeinen gut kristallisiert, stets in Würfeln, die besonders in den tieferen Zonen zuweilen bis zu 1 cm Kantenlänge haben; in den Fangoschichten werden die Salzwürfel oft noch größer. Die oberste Lage der Salzschicht ist dagegen stets sehr feinkörnig, nur von dünnen und blättrigen Krusten gebildet; nach unten werden diese rindenartigen Lagen immer dicker und größer im Korn. In den tieferen Salzlagen beobachtet man meist eine eigentümliche Färbung des Salzes; auf die rein obere Schicht folgt zuerst eine lebhaft grün gefärbte Salzlage, in der zahlreiche Fasern von Meeresalgen eingebettet sind; unter dieser grünen Schicht folgt eine weitere von schön rosaroter Farbe. Auch in dieser Schicht finden sich noch, wenn auch weniger zahlreich, Reste von Algen. Diese im frisch gebrochenen Salz schöne und lebhafte Farben verlieren sich allmählich am Tageslicht, so daß unsere mitgebrachten Salzmuster heute ausgebleicht sind und rein weiß aussehen.

In dem Salzschlamm sowie in den tieferen Sanden finden sich häufig isolierte große Salzwürfel oder Kristallgruppen, die ringsum gut ausgebildet und wasserklar sind; zuweilen haben sich in den tieferen Lagen des Salzes kleine und dünne Calichestreifen eingelagert.

Die so auffallende und intensive Färbung des Salzes scheint durch organische Farbstoffe verursacht zu sein, die sehr wahrscheinlich aus den unter der Einwirkung einer konzentrierten Salzlösung zersetzten Meeresalgen herrühren; auch das Ausbleichen unter dem Einfluß des Lichtes spricht für die Annahme eines organischen Farbstoffes. In den dünnen Salzkrusten der Atasquaderos stecken viele jung eingeschwemmte Algen, die das Salz lebhaft grün färben; der rosarote Farbstoff scheint daher das Produkt einer intensiveren Zersetzung der Algen zu sein. Dabei ist die Quantität des Farbstoffes sehr gering.

Proben aus den oberen Salzschichten ergaben rund 95 % $NaCl$; tiefere Lagen hatten folgendes Resultat:

Wasser	5,16
$NaCl$	77,41
$CaSO_4$	7,14
$MgSO_4$	3,66
Organ. Substanz	1,14
Unlöslich	5,19
	99,70

Wie erwähnt, finden sich in den Schlamm- und Sandschichten häufig Gipskristalle, die mehrere Zentimeter Kantenlänge erreichen und die im allgemeinen gut ausgebildet sind. Die meisten sind auffallend flach, so daß sie fast aussehen wie sehr flache Rhombo-

eder; sie werden gebildet von der Hemipyramide 1, dem Hemiorthodoma P, als vorwaltende Flächen und dem untergeordneten Klinopinakoide. Die Kristalle sind meist klar durchsichtig, nur wenig gelblich getrübt, oft aber mit einem kleinen Kerne, der etwas Ton oder Sand eingeschlossen enthält. Diese Reinheit der Gipskristalle fällt um so mehr auf, als diese Kristalle sich in einem so dichten Medium wie der Salzton oder in den liegenden feinen Sanden entwickelt haben. Es muß bei der Bildung dieser Gipse demnach ein außerordentlicher Wachstumsdruck geherrscht haben, der imstande war, das umgebende feine Medium völlig zu verdrängen. An anderen Stellen finden sich in den Schlammschichten Mengen von kleinen, linsenartigen Gipskriställchen, und am Rande der Salzfelder kommen zuweilen kleine Dünenhügel vor, die nur aus solchen Gipsschüppchen bestehen. Das Vorkommen dieser eigentümlichen Gipsdünen gibt uns einen Anhaltspunkt zur Erklärung der Bildung der Salzfelder überhaupt. Bei dem raschen Rückgange des Pazifischen Ozeans, worüber an anderer Stelle bereits berichtet wurde[1], konnten die gipsführenden Schichten vielleicht ohne Salzüberdeckung trocken gelegt werden, und ihr Material wurde weiter landeinwärts zu niederen Dünen angehäuft. Da man am Rande der Lagune vom Ojo de Liebre zahlreiche Knollen von Kalkalgen trifft, so liegt die Vermutung nahe, daß der Kalk der Calichebänder in den Salzschichten aus solchen Algenkalken stammt und daß ein Teil desselben zur Bildung des Gipses gedient haben mag. Daß derartige Resorptionen von Kalkcarbonat unter der Einwirkung sehr starker Salzlösungen vorkommen, zeigen einige Reste von korrodierten *Pecten*-Schalen, die wir in den Salzschichten fanden und die bereits zum größten Teile zerstört waren. Außerdem finden sich auf der Oberfläche der Salzfelder selbst häufig große Mengen von *Anachis*-Schalen, in den Salzschichten dagegen kaum eine Spur davon; es ist daher zu vermuten, daß sie durch die Salzlauge aufgelöst wurden.

Entstehung der Salzfelder.

Daß diese Salzlager durch Niederschläge und Kristallisation aus dem Meereswasser entstanden sind, ist ohne weiteres klar; ihre Erhaltung und Vergrößerung verdanken sie jedoch dem Umstande, daß der Ozean an der ganzen Küste von Nieder-Kalifornien sich rasch zurückzieht oder das Land sich hebt. Dieses rasche Trockenlegen der Küstenzone erkennt man an den flachen Säumen von Dünensand, gelegentlich auch Gips, die die Küste sowie die

---

[1] E. Wittich, Über Meeresschwankungen an der Westküste von Nieder-Kalifornien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Monatsber. 1912. Berlin.

Salzfelder selbst umziehen, und die bedeckt sind mit Resten von rezenten Mollusken, bei denen oft noch farbiges Conchyliolin erhalten ist und die zugleich noch häufig mit Salzausblühungen bedeckt sind.

Durch eine derartige Strandverschiebung wird auch die vorgelagerte Lagune, in die die Salzfelder gewissermaßen einmünden, allmählich flacher, so daß die starken Bewegungen auf dem Ozean sich in der Lagune kaum bemerkbar machen. Wenn die tägliche Flut ihren Höhepunkt erreicht, dann werden die Salzlager nur wenig überflutet; bei der außerordentlichen Trockenheit der Atmosphäre scheidet sich bald eine dünne, lockere Salzkruste aus, die aus lauter kleinen Salzwürfeln gebildet wird; wenn bei der folgenden Flut das Meereswasser diese dünne Salzhaut wiederum bedeckt, so wird sie langsam dicker und die Salzwürfel allmählich größer. Auch in das Innere der Salzdecke dringt stets etwas Wasser bei der Überflutung ein und dessen Salzgehalt dadurch allmählich konzentriert; unter der obersten Salzdecke trifft man daher überall eine starke Salzlake an, auf der sich bald wieder eine Salzhaut bildet.

Die großen und klaren Salzwürfel, die in dem Salzschlamm vorkommen, dürften sich in ähnlicher Weise gebildet haben wie die Eiskörner der Gletscher. Bei sehr hohen Fluten tritt das Meerwasser in stärkerem Maße über die Salzfelder und schwemmt dann große Massen von Algen und Mollusken (meist die erwähnte *Anachis* spec.) an; oft sieht man dieses Spülgut auf den Salzlagern in Mengen zerstreut oder von flachen Wellen zusammengeschwemmt. Derartige Anschwemmungen sind dann stets durch dünne Salzkrusten auf der Oberfläche angeklebt. Von den Algen haben sich in den tieferen Lagen ihre zersetzten Reste wiedergefunden; die Mollusken scheinen dagegen bis auf die erwähnten spärlichen *Pecten*-Reste gänzlich verschwunden zu sein, aus den bereits bekannten Gründen vermutlicherweise; das Fehlen von marinen Resten in anderen Salzlagern ist vielleicht auf ähnliche Weise zu erklären.

Da die Salzlager mit dem Meere in einer, wenn auch nur geringen Verbindung stehen, so wird die Konzentration der gelegentlichen Wasserdecken niemals so stark, daß sich die leichter löslichen Salze, vor allem Kalisalze, ausscheiden können.

Begünstigt wird die Erhaltung dieser Salzablagerungen natürlicherweise durch das ausgesprochene Wüstenklima dieses Küstenstriches; allerdings fallen hier oft dicke Nebel in den ersten Morgenstunden, die der spärlichen Wüstenvegetation genügende Feuchtigkeit bringen und die manchmal die oberste Salzschicht aufzulösen vermögen. Mit dem höheren Stande der Sonne verschwindet jedoch bald diese Luftfeuchtigkeit, und die Atmosphäre erreicht wieder ihren hohen Grad von Trockenheit.

Die Entstehung der Salzfelder entspricht etwa der Vorstellung

von C. Ochsenius[1], wenn auch die orographischen Verhältnisse etwas andere sind bei den Salinen am Ojo de Liebre — zum mindesten kompliziertere — als die generellen Bildungsbedingungen, die Ochsenius annimmt. Es scheint, daß die Voraussetzung für die Bildung und Erhaltung solcher Salzlager in der raschen positiven Strandverschiebung zu suchen ist. Der Absatz von Salz geht jedoch nicht in der durch eine Barre abgetrennten Lagune vor sich, sondern in den an diese sich anschließenden Seichtwasserarmen.

Bei dem raschen Emportauchen der kalifornischen Küste ist anzunehmen, daß die Salzfelder früher stärker überschwemmt wurden, so daß der Niederschlag von Salz entsprechend stärker gewesen sein muß; durch die Strandverschiebung wird die Überflutung stets geringer werden, bis die Salzfelder schließlich die Verbindung mit dem Meere verlieren.

Reste oder Spuren derartiger älterer Salzlager, die heute von dem Meeresufer weit entfernt liegen, trafen wir bei unserem Marsche vom Ojo de Liebre landeinwärts gegen Calamahi hin, aber noch im Llano del Berrendo gelegen; es treten dort an einigen Stellen unter einer dünnen Decke von Flugsand kleine Partien von weißem festen Steinsalz zutage.

Geologisches Alter der Salzlager.

Aus den bisherigen Erörterungen geht hervor, daß das Alter dieser Bildungen ein noch sehr junges sein muß; es sind rezente Lager, deren Absatz erst vor einigen Jahrhunderten begonnen haben wird. Wenn das Ausmaß des jährlichen Meeresrückganges bekannt wäre, so könnte man es versuchen, deren Alter zahlenmäßig zu berechnen.

Diese Salzlager waren den Urbewohnern der Halbinsel bereits bekannt, denn wir fanden in ihrer Umgebung, sowie an der Wasserstelle, zahlreiche Pfeilspitzen und andere Obsidianreste; freilich können derartige Objekte schon sehr modern sein, denn vor einem halben Jahrhundert sollen noch zahlreiche Eingeborene auf der Halbinsel gelebt haben, die heute bis auf wenige Reste verschwunden sind.

Wirtschaftliche Bedeutung der Salzlager.

Um eine Vorstellung über den ökonomischen Wert der Salzfelder zu bekommen, haben wir auf Grund einer größeren Zahl von Ausschachtungen eine Schätzung der Salzmenge versucht;

[1] C. Ochsenius, Bedeutung des orographischen Elementes „Barre“ in Hinsicht auf Bildung, Veränderung von Lagerstätten und Gesteinen. Zeitschr. f. prakt. Geol. Berlin 1893. p. 190.

die näheren Angaben hierüber sind in dem zitierten Berichte Parergones del Instit. Geolog. 4. 1913 mitgeteilt. Darnach berechnet sich der damals vorhandene Salzvorrat in den drei erwähnten Salinen auf rund 14 Millionen Tonnen. Dazu kommt aber noch eine nicht abschätzbare Quantität Salz, die in dem Unterwasser der Salzlager enthalten ist und die aus dieser Lauge sich sehr rasch abscheidet. In dieser Hinsicht hatten wir Gelegenheit zu beobachten, daß eine Ausschachtung von wenigen Quadratfuß Oberfläche, die etwa ein Jahr vor unserem Besuche gemacht worden war, sich derart mit einer neuen Salzdecke überzogen hatte, daß die aufgebrochene Stelle wieder völlig ausgeheilt war; auch die von uns gemachten Einschläge bedeckten sich schnell wieder mit einer jungen Salzkruste. Auf diese Weise findet durch das Zuströmen der Salzlauge von unten her eine stetige und rasche Regeneration der Salzkruste statt. Bis also die 14 Millionen Tonnen der heute vorhandenen Salzdecke ausgebeutet wären, könnte sich aus dem Unterwasser wiederum eine beträchtliche Menge Salz von neuem gebildet haben. Hierzu käme dann noch diejenige Menge Salz, die sich auf der Oberfläche der Salzfelder aus den periodischen Überflutungen mit Meereswasser in der oben geschilderten Weise absetzt, so daß die zur Ausbeutung mögliche Quantität noch beträchtlich größer sein würde als die oben geschätzten 14 Millionen Tonnen.

Anfangs der 80er Jahre wurden diese Salzlager schon einmal ausgebeutet, freilich unberechtigterweise, sicher aber in großem Maßstabe, wie man aus den Anlagen schließen kann, von denen sich bis heute noch Reste erhalten haben. Über diese im großen Stile betriebene Freibeuterei ist nur das bekannt geworden, was die von der mexikanischen Regierung seinerzeit dorthin entsandte Kommission berichtete [1]. Wenn es auch unbekannt ist, wie weit die Felder bei diesem Raubbau ausgebeutet worden waren, so darf doch angenommen werden, daß ein großer Teil der heutigen Salzdecke erst aus dieser Zeit stammt. Spätere Versuche, diese Salzlager im großen auszubeuten, scheiterten, zum Teil wohl an den hohen Betriebskosten, da alles zum Leben Notwendige per Schiff gebracht werden müßte.

Zweifellos repräsentieren diese Salzfelder einen großen nationalen Schatz, der aber infolge der klimatischen Verhältnisse und weit entlegen von den Hauptverkehrslinien noch nicht gehoben werden konnte.

Ähnliche große Lager von Steinsalz unmittelbar an der Meeresküste finden sich noch auf der Insel Carmen, im kalifornischen Meerbusen gelegen, die schon seit Jahren lebhaft abgebaut werden. Da auch die Golfseite in raschem Aufsteigen begriffen ist, so

[1] Anales de la Secret. de Fomento 1887. 8. p. 223—232.

scheinen auch diese Salzfelder derselben Entstehung zu sein wie die vom Ojo de Liebre.

An allen anderen Salinen der Westküste Kaliforniens wird, soweit mir bekannt, Kochsalz nur auf künstliche Weise durch Verdunsten von Meerwasser gewonnen. Auch in den Salinen von San Quintin, an einer kleinen Bucht nördlich der Vizcainobucht etwa in 30° 30′ n. Br. gelegen, wurde früher Salz produziert auf dieselbe primitive Art; die topographischen Verhältnisse liegen hier jedoch derart, daß bei weiterem Rückzuge des Ozeans sich gleichfalls Salzlager bilden werden, ähnlich denen vom Ojo de Liebre.

Meine Antwort in der Planifrons-Frage.

I. Die Herkunft des Elephas antiquus.

Von **G. Schlesinger,** Wien.

Mit 4 Textfiguren.

1. Zur Berichtigung.

Zwei Fragen aus der Stammesgeschichte des Elefanten sind es, in welchen Soergel[1] und ich[2] in wesentlichen Punkten voneinander abwichen und im Grunde noch immer abweichen: die Herkunft des *Elephas africanus* und der Ursprung des *El. antiquus*.

In der erstgenannten haben mich die Ausführungen W. O. Dittrich's[3] zwar nicht von der Unrichtigkeit meines Standpunktes überzeugt, doch so weit beeinflußt, daß ich bereits 1914 aus Gründen wissenschaftlicher Objektivität sie für gänzlich offen erklärte und mir ihre Nachprüfung vorbehielt.

Ich sehe mich bis heute nicht veranlaßt, diese meine Erklärung zu ändern und hoffe, daß mich äußere Umstände nicht hindern werden, nach der nunmehrigen Beendigung der Bearbeitung des überreichen Mastodontenmaterials der Wiener Samm-

---

[1] W. Soergel, Über *El. trogontherii* Pohl. und *El. antiquus* Falc. etc. in: Palaeontogr. **60**. Stuttgart 1912 (Soergel 1912). — Die Stammesgeschichte der Elefanten, in: dies. Centralbl. Stuttgart 1915. Heft 6—9 (Soergel 1915).

[2] G. Schlesinger, Studien über die Stammesgeschichte der Proboscidier, in: Jahrb. geol. Reichsanst. **62**. Heft 1. Wien 1912 (Schlesinger 1912). — Ein neuerlicher Fund von *El. planifrons* etc., in: Jahrb. geol. Reichsanst. **63**. Heft 4. Wien 1914 (Schlesinger 1914).

[3] W. O. Dittrich, Zur Stammesgeschichte des afrikanischen Elefanten, in: Zeitschr. ind. Abst.-Lehre. **10**. Heft 1 u. 2. Berlin 1913.

lungen die zweite große phylogenetische Gruppe der Proboscidier in gleicher Weise in Angriff nehmen und mein Wort bezüglich der Überprüfung der *Africanus*-Frage einlösen zu können.

Dagegen soll uns heute die zweite Frage nach der Herkunft des *El. antiquus* und seinen Beziehungen zu *El. planifrons* und *El. meridionalis* eingehend beschäftigen [1].

Bevor ich auf sie im einzelnen eingehe, ist es nötig, die beiderseitigen Standpunkte, wie sie waren und wie sie sind, scharf zu umgrenzen, da Soergel in seiner letzten Arbeit (Soergel 1915) eine Schwenkung vollzogen hat, die seinen Standpunkt von dem früher vertretenen um ein wesentliches Stück gerade in die Richtung hin entfernt, welche zu einer Vereinigung mit meiner Auffassung führen muß.

Da Soergel diesen „Umschwung" in seinen Ansichten nicht ausdrücklich zugibt, stelle ich im folgenden die Daten über den Wandel seiner Anschauungen zusammen.

Zuerst im Jahre 1912, dann wiederholt im Jahre 1914 habe ich die Ansicht vertreten, daß *El. antiquus* unmöglich von *El. meridionalis* hergeleitet werden kann, wie dies Soergel im Jahre 1912 angenommen hat, sondern daß er als Abkömmling der nach Europa gelangten Wanderform des *El. planifrons*, welche ich an mehreren Fundpunkten nachweisen konnte, zu betrachten ist.

In seiner letzten Arbeit (Soergel 1915, l. c. p. 185) fährt Soergel nach ausführlichem Zitat meiner Angriffe gegen seine Annahmen von der Craniologie her, welche ihm begreiflicherweise als die „wichtigsten" erschienen sind, folgendermaßen fort:

„Diese Ausführungen Schlesinger's, auf die ich im einzelnen sogleich zu sprechen kommen werde, basieren auf der irrtümlichen Voraussetzung, daß ich den *El. meridionalis* typus, die Art in ihrer

---

[1] Bei den folgenden Erörterungen beschränke ich meine Vergleiche lediglich auf das *Planifrons*-Material der F. A. S. (Fauna antiqua Sivalensis).

Soergel hat die Bestimmung der niederösterreichischen *Planifrons*-Molaren als unrichtig zu erweisen versucht (Paläontolog. Zeitschr. 2. Heft 1. Berlin 1915).

Meine ausführliche Entgegnung, welche nicht nur seine mit Hilfe zahlreicher falscher Voraussetzungen und Abirrungen von der Wahrheit zusammengesetzten „Beweise" zu widerlegen beabsichtigt, sondern auch außerdem etliche sonstige Fehlgriffe Soergel's beleuchtet, erscheint in ebenderselben „Paläontologischen Zeitschrift".

Da ich die ganze Arbeit hier nicht wiederholen kann, ein Auszug aber einer Wiederholung gleichkäme, halte ich es für ein Gebot der wissenschaftlichen Objektivität, die betreffenden Molaren für unsere heutige Betrachtung seitab zu lassen.

Dies rüttelt an der Tatsache nichts, daß sie als *El. planifrons* zugehörig nunmehr noch fester begründet sind als früher.

bis vor kurzem gebräuchlichen engen Fassung als Vorfahren des *El. antiquus* und *El. trogontherii* angenommen hätte."

Und nun bemüht sich Soergel, in fünf Punkten auseinanderzusetzen, daß er nicht *El. meridionalis* typus, sondern „die Art in ihrer ganzen Variationsbreite" als Ausgangspunkt seiner Stammeslinie betrachtet habe.

Dieser im ganzen recht unbestimmte Ausdruck erfährt auf p. 247 (Soergel 1915, l. c.) seine nähere Beleuchtung. Der Autor schreibt dort:

„Ich habe an anderer Stelle gezeigt, daß die beiden Zweige unserer europäischen diluvialen Elefanten in der Variationsbreite des oberpliocänen *El. meridionalis* zusammenlaufen und habe daher ‚*El. meridionalis* in seinen verschiedenen Varietäten' oder einfach *El. meridionalis* im weiteren Sinne als Vorfahren des *El. antiquus* und *El. trogontherii* bezeichnet."

„In unserem Falle würde die ideelle, paläontologisch nicht nachweisbare Trennung in eine *Antiquus*-Reihe und eine *Trogontherii-Primigenius*-Reihe, schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt und vorerst als erstes nachweisbares Stadium der Entwicklung zu einer größeren Variationsbreite des *El. meridionalis* geführt haben. Da wir eine solche Zwischenform als eigentliche Wanderform ansehen müssen, die den asiatischen Elefantenstamm nach Europa führte, so wäre die Herausbildung einer größeren Variationsbreite gerade bei dieser Form recht verständlich."

Diese ganze Darlegung, insbesondere der Satz, daß „die Trennung in eine *Antiquus*- und *Trogontherii-Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt haben müsse", läßt keinen Zweifel darüber, daß Soergel heute der Ansicht ist, *El. antiquus* habe sich aus *Meridionalis*-Formen herausgebildet, welche praktisch mit dem Ahnen, den ich angenommen und als *El. planifrons* bestimmt habe, zusammenfallen.

Daß dem so ist, beweist im weiteren Verfolge des zitierten Absatzes eine Stelle, wo Soergel geradezu die Wanderformen von Ferladani, Stauropol und Kouialnik als diese Ahnenformen nennt, von welchen die erstgenannte von mir schon 1912 (l. c. p. 105) in den Kreis der abwandernden *Planifrons*-Individuen gezogen wurde.

Wie meine Ausführungen auf p. 164 (Zeile 9—13) und p. 165 (2. Absatz von unten) meiner „Studien" aus dem Jahre 1912 beweisen, nahm ich schon damals eben diese heute von Soergel für seine Meinung ins Treffen geführten Wanderformen, soweit ich sie als *El. planifrons* bestimmte, als die Vorfahren an, welche dem *El. meridionalis* einer-, dem *El. antiquus* anderseits den Ursprung gegeben hatten.

Hätte Soergel schon in seiner Arbeit aus dem Jahre 1912 diese Anschauung vertreten, so hätte ich keinen Grund gehabt, seinen Ansichten, die ja dann mit den meinen bis auf die Bestimmungsfrage, die mehr oder weniger Sache des Taktgefühls bleibt, übereinstimmend gewesen wären, derart schroff entgegenzutreten.

In der Tat steht die Sache anders:

In dem Variationsschema auf p. 93 (Soergel 1912, l. c.) Fig. 14 trägt Soergel als Ausgangsformen der von ihm angenommenen Stammesreihe vier horizontale Gruppen von Schemen ein, von welchen die unterste die nach seinen Erläuterungen zu diesem Schema ursprünglichsten Variationen enthält.

Während das linke Ende von Rechtecken (Schema für *El. meridionalis*) gebildet ist, trägt die äußerste rechte Ecke flache Sechsecke (Schemen für antiquoiden Einschlag), deren Vertikalseiten aber noch sehr lang sind, womit Soergel nach seinen Erläuterungen den geringen Grad dieses Einschlages andeuten wollte.

Soergel hatte also in der Gruppe dieser vier horizontalen Reihen die Teilung der beiden phylogenetischen Linien (*El. meridionalis* typus und *El. antiquus primitivus*) gesucht.

Und um diese ganze Gruppe zieht er eine aus je einem Strich und zwei Punkten fortlaufend zususammengesetzte Linie, welche in der Legende mit dem Vermerk **„Formen des Val d'Arno"** bezeichnet ist.

Vergleicht man mit diesen Tatsachen die vorzitierten Worte Soergel's aus dem hier in Rede stehenden Aufsatz und seine Bemühungen, die Schädelfrage von dem Material aus dem Val d'Arno abzudrängen, so ergibt sich daraus, daß der Autor seinen Standpunkt seit 1912 geändert hat.

Es ist leicht begreiflich, daß diese von mir dargelegten Umstände die Basis für die wissenschaftliche Behandlung der Frage stets verändern und eine erfolgreiche, objektive Lösung erheblich erschweren müssen.

2. Diskussion der Punkte A—C in W. Soergel's Aufsatz.

Wir wollen nunmehr vor allem ergründen, ob und inwieweit die Punkte, welche Soergel zur Stütze seiner Anschauung aufführt, einer objektiven Überprüfung standhalten.

Diese Darlegungen werden naturgemäß in den Punkten A und B, welche sich mit den Molaren beschäftigen, länger ausfallen, da ja Soergel auf sie das Schwergewicht zu verlegen sucht.

Dagegen kann ich mich in der Schädelfrage um so kürzer fassen, als Soergel hinter vielen Worten und der schon beleuchteten Schwenkung die Überraschung zu verbergen bestrebt ist, welche ihm dieser Fragenkomplex gebracht hat.

Ad. A. Soergel schreibt (l. c. 1915, p. 183):

„Stammt *El. antiquus* direkt von *El. planifrons* ab, wie Schlesinger glaubt bewiesen zu haben, so muß er selbstverständlich einmal ein *Meridionalis*-Stadium durchlaufen haben, d. h. in den von mir als Mutationsmerkmalen bezeichneten Merkmalen eine Entwicklungshöhe besessen haben, die derjenigen des oberpliocänen *El. meridionalis* entspricht. Ebenso sicher ist, daß die Zähne zweier solcher auf gleicher Stufe stehenden Formen infolge der Gleichheit der Mutationsmerkmale eine gewisse Ähnlichkeit erhalten können. Niemals aber würde man in solchen Fällen zweifelhaft sein über die Zugehörigkeit eines nur einigermaßen erhaltenen Zahnes zu dieser oder zu jener Art, da die Variationsmerkmale ja sehr verschieden sein können, und sobald es sich um 2 Arten auf nur gleicher Entwicklungshöhe handelt, verschieden sein müssen. Wären sie nicht verschieden, so hätten wir kein Recht, von 2 Arten zu reden, wären sie es aber nur an extremen Stücken, sonst aber durch alle Übergänge miteinander verknüpft, so hätten wir nur das Recht, von 2 Varietäten, von der Summe aller Formen als von einer Variationsbreite zu reden."

Diesen Fall behauptet Soergel für *El. meridionalis* des Oberpliocäns und verweist auf seine Erörterungen in der Arbeit aus dem Jahre 1912, meint also den *El. meridionalis* des Val d'Arno, auf welchen er sich auch kurz darauf (l. c. p. 184, 17. Zeile von oben) beruft.

Wollen wir dieser Frage voll gerecht werden, so müssen wir uns vorerst darüber im klaren sein, welche die Spezialisations-(Mutations)merkmale und welche die Variationsmerkmale von *El. antiquus, El. meridionalis* und *El. planifrons* sind.

Bezüglich der ersteren Art folgen wir vollinhaltlich Soergel (l. c. 1912, p. 59 und 93). Die in Betracht kommenden Spezialisationsmerkmale des *El. antiquus* sind:

1. Starke Rückbildung des Lateralpfeilers in Höhe und Breite gegenüber dem Medianpfeiler, daraus erfolgend der Verschmelzungstyp lat. an. med. lam.
2. Höhenzunahme der Krone.
3. Dünnerwerden des Schmelzes, allerdings in geringerem Maße als in der Reihe des *El. trogontherii.*
4. Zunahme der Lamellenzahl.

Die Variationsmerkmale sind:

1a. Schmale Zahnkrone.
2a. Bandförmige Kaufläche.

3 a. Rhombische Form der Schmelzfiguren mit medianer Zipfelbildung vorne und hinten.

4 a. Kräftiger, geknitterter Schmelz.

Soll *El. antiquus* nun von *El. meridionalis* herstammen, so muß diese Art eine Variationsbreite in denjenigen von den aufgezählten Merkmalen aufweisen, welche jene Spezies bezeichnend herausheben.

Soll die Unmöglichkeit ihrer Ableitung von *El. planifrons* erwiesen werden, so müssen die Molaren dieser sewalischen Form in eben den Merkmalen in anderer Richtung gefestigt erscheinen.

Soergel hat die vorstehenden Annahmen als Behauptungen aufgestellt. Wie wir sehen werden, ohne Grund.

Von den Spezialisationsmerkmalen kann als für *El. antiquus* bezeichnend nur das **erste** (1.) in Betracht kommen.

Wie Soergel selbst (l. c. 1912, p. 7—13, Fig. 1—10) sehr eingehend dargelegt hat, unterscheidet sich *El. antiquus* im Bau der Einzellamelle sehr auffallend von den übrigen Elefanten, insbesondere von *El. trogontherii.*

Die seitlichen Grenzflächen seiner Lamelle sind entweder senkrecht oder steil geneigt, die Trennungsspalten zwischen dem starken Median- und den Lateralpfeilern führen senkrecht gegen unten.

Demgegenüber streben die Grenzflächen bei *El. trogontherii* bis etwa in die halbe Höhe der Lamelle in sanfter Neigung abwärts, die Trennungsspalten konvergieren meist nach innen, können aber auch parallel sein.

Legen wir Horizontalschnitte durch die *Antiquus*-Lamelle von oben nach unten, so werden sie nach Erreichung der Seitenpfeiler inkomplette Figuren ergeben, deren Mittelstück einem langgestreckten Rhombus entspricht, während seitlich zwei kleine Kreise auftreten.

Bei weiterem Tieferlegen der Schnitte werden sich diese seitlichen Kreise nur verhältnismäßig wenig und rasch vergrößern, dann gleichbleiben, die Mittelfigur aber wird von Anfang an ziemlich gleichbleiben.

Erreicht der Schnitt das untere Ende der Trennungsspalten, dann wird die Figur komplett.

Bei *El. trogontherii* wird der oberste Horizontalschnitt insofern dem des *El. antiquus* ähneln, als ebenfalls eine langgestreckte Mittelfigur und zwei seitliche Ringe auftreten.

Diese nehmen aber beim Tieferlegen des Schnittes stetig an Länge zu, während die mäßig starke Mittelfigur je nach dem parallelen oder konvergenten Verlauf der Trennungsspalten gleichbleibt oder abnimmt.

Die komplette Figur tritt also bei dieser Art nach in lang-

samem und stetigem Fortschreiten erreichter, mehr oder weniger lat. lam. med. lam. bezw. lat. lam. med. an. inkompletter in die Erscheinung.

Infolge des kreisförmigen Herausrückens der Elefantenmolaren und der zeitlichen Aufeinanderfolge der Lamellenabkauung finden wir nun von Natur aus an jedem angekauten Zahn diese gewünschten Schnitte in größerer oder geringerer Zahl vor.

Wir sind also in der Lage, den Bau der Einzellamelle aus ihnen in jedem Falle völlig zuverlässig zu erschließen. Die übrigen Spezialisationsmerkmale (2.—4.) geben uns keine sicheren Anhaltspunkte für unsere Frage, da sie in gleicher Weise auch für *El. trogontherii* Geltung haben.

Von den Variationsmerkmalen ist das wesentlichste die Rhombenform der Schmelzfiguren (3 a); in zweiter Linie kommt die bandartige Kaufläche in Betracht (2 a).

Ihre Verschmälerung (1 a) ist für unsere Entwicklungsfrage infolge ihrer Wandelbarkeit bei *El. trogontherii* zu wenig stichhältig, der Schmelz (4 a) fällt aus dem gleichen Grunde außer Betracht.

Von sämtlichen *Meridionalis*-Molaren, welche Soergel (l. c. 1912, Tab. I—VIII) aufzählt (1 $m_{\overline{2}}$, 1 $m^{\underline{3}}$, 1 $M_{\overline{1}}$, 2 $M_{\overline{2}}$, 2 $M^{\underline{2}}$ und 2 $M^{\underline{3}}$), sind — abgesehen von dem $m_{\overline{2}}$, welcher sich nur aus 2 Pfeilern zusammensetzt, und dem $m^{\underline{3}}$, der als „lat. an. med. lam. und nicht typisch" bezeichnet ist — bloß die beiden $M^{\underline{2}}$ bestimmt als lat. an. med. lam. bezeichnet, alle übrigen Molaren als lat. und med. lam. oder „unsicher" hervorgehoben.

In je einem Falle ist der Verschmelzungstyp als „lat. lam. med. an.?" bezw. als „lat. lam. med. lam.?" angegeben.

Von den Schmelzfiguren sind zwei als „etwas rhombisch" (eine davon als „median stark gezackt"), die übrigen (bis auf zwei ohne Angabe) als „breit, median anschwellend oder dilatiert oder unregelmäßig gezackt" genannt.

Die Kauflächenform ist nur bei zwei Zähnen als „rechteckig", bei einem als „etwas rechteckig", sonst als „oval" bezeichnet.

Diese Überprüfung, welche meine Erwartungen hinsichtlich der Variabilität der *Meridionalis*-Zähne Soergel's enttäuscht hatte, veranlaßte mich, auch die bei Weithofer[1] abgebildeten und für eine derartige Untersuchung geeigneten Molaren, wie auch die mir im Wiener Hofmuseum zur Verfügung stehenden Zähne vorzunehmen.

Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle festgehalten.

[1] K. A. Weithofer, Die fossilen Proboscidier des Arnotales, in: Beitr. Pal. Österr.-Ung. 8. Wien 1890.

Tabelle I.

El. meridionalis Nesti.

Stellung im Gebiß	Weithofer l. c. Taf.	Fig.	Verschmelzungstyp	Kauflächenform	Mediane Zipfelbildung
$M_{\overline{2}}$	VI	1	Ellipsen lat. stärker und zu-, med. weit schwächer und abnehmend	eher rechteckig	nach hinten, gering
$m_{\overline{2}}$	VII	5	Ellips. lat. zu-, med. abnehmend, erstere wenig schwächer	eher oval	Doppelwellung nach vorne und hinten
$m_{\overline{3}}$	VII	6	lat. u. med. lam.	oval	bloß an den vordersten Jochen nach vorne und hinten
$m^{\underline{3}}$	VIII	1	lat. u. med. lam., abnehmende med. Ellips.	fast rechteckig	fehlend
$M^{\underline{1}}$	IX	1	lat. u. med. lam.	oval	fehlend
$M^{\underline{2}}$	IX	2	lat. lam. med. an.	oval	mäßig und nur gelegentlich
$M^{\underline{3}}$	IX	3	lat. u. med. lam. atypischer Zahn!	oval	fehlend
$M_{\overline{3}}$	X	1	lat. lam. med. an.	wenig oval	fehlend
$M^{\underline{3}}$	X	2	lat. u. med. lam.	oval	hinten an den mittleren Jochen vorhanden
$M_{\overline{1}}$	X	3	lat. u. med. lam.	oval	fehlend
$M_{\overline{2}}$	X	4	lat. lam. med. an.	mäßig oval	fast fehlend
$M_{\overline{3}}$	XI	1	lat. lam. med. an.	eher oval	fehlend
$M_{\overline{3}}$	XI	2	lat. Ellips. schwächer, med. stärker	mehr oval	hinten, an den mittleren Jochen stark
$M_{\overline{3}}$	XI	5	lat. Ellips. zu-, med. abnehmend	eher oval	vorne und hinten an den mittleren Jochen deutlich

Von diesen 14 Zähnen, an welchen die in Rede stehenden Merkmale gut zu unterscheiden sind, sind also:

3 derart, daß sie sich dem lat. lam. med. an.-Typus mehr oder weniger nähern,

4 lat. lam. med. an.,

5 intermediär und nur

2 derart, daß sie zum Verschmelzungstyp lat. an. med. lam. in Beziehung gesetzt werden könnten, ohne ihn auch nur im entferntesten zu erreichen.

Die Schmelzfiguren tragen in 7 Fällen Zipfelbildungen, von welchen nur 3 Zähne vordere und hintere Zacken zeigen, welche aber nie eine Rhombenform der Schmelzfigur hervorrufen.

Die Kaufläche neigt nur in 2 Fällen der Rechteckform deutlicher zu, ist meist ausgesprochen oval, hin und wieder gewissermaßen intermediär.

An diese Zusammenstellung reihe ich noch die Molaren, welche ich im Original studieren konnte. Die Stücke liegen im Wiener Hofmuseum. In diese Tabelle (p. 41) nehme ich noch die Maße (L. × Br. × H.) und die Jochformel auf.

Wir begegnen bei diesen Molaren keinem einzigen lat. an. med. lam. oder auch nur mit ihm in Beziehung zu bringenden Verschmelzungstyp, dagegen sind zwei Molaren lat. lam. med. an., der eine sehr vorgeschritten, drei sind intermediär.

Die Kauflächenform ist nur bei einem Zahn mehr rechteckig, und zwar gerade bei dem, der von der Möglichkeit eines Ahnenmolaren gänzlich fernesteht.

Medianzipfel treten öfters auf, nie aber vorne und hinten, rhombische Figuren sind auch nicht entfernt angedeutet.

Angenommen, daß Soergel's Angaben über seine *Meridionalis*-Zähne hinsichtlich der besprochenen Merkmale nicht subjektiv gefärbt sind, wofür bei dem Mangel jeglicher Abbildung eine Kontrolle fehlt, ergibt sich folgendes Bild der Variationsbreite der *Meridionalis*-Molaren in den wesentlichen Merkmalen.

Von 28 Zähnen sind im Verschmelzungstyp:

2 (n. Soergel) lat. an. med. lam. (also antiquoid),

3 zu diesem Typus in Beziehung setzbar,

6 dem lat. lam. med. an.-Typus nahe,

5 ausgesprochen lat. lam. med. an.,

die übrigen intermediär.

Die Schmelzfiguren sind bloß in zwei Fällen als „etwas rhombisch" bezeichnet, meist fehlen Medianzipfel, wenn vorhanden, treten sie oft nur einseitig auf.

Die Mehrzahl der Kauflächenformen ist oval, rechteckige Typen kommen hin und wieder vor.

Tabelle II.

El. meridionalis Nesti.

No.	Fundort	Stellung im Gebiß	Lamellen-formel	L. × Br. × H. in mm	Verschmelzungs-typ	Kauflächen-form	Mediane Zipfel-bildung
1	Fraterci b. Bukarest (Rumänien)	$M_{\overline{3}}$ dext.	x 11 —	253 × 96,4 × 48	lat. u. med. lam.	oval	schwach, mit ihr beginnt eine Verschiebung der Kaufigurenhälften längs d. Mittellinie
2	„	$M^{\underline{3}}$	x 9 —	200 × 114 × 70	lat. u. med. lam.	stark oval	fehlend
3	„	$M^{\underline{3}}$ dext.	x 12	224 × 89 × 137	lat. Ellips. stärker und zu-, med. abnehmend	wenig oval	hinten am 1. u. 2. Joch bloß angedeutet
4	Terracina (Italien)	$M^{\underline{3}}$	x 8 —	194 × 104 × 86	lat. u. med. lam., stark abgekaut!	oval	hinten schwach und atypisch
5 [1]	„	$M_{\overline{2}}$ dext.	— 8 x	170 × 83 × ?	auffallend lat. lam. med. an.	ziemlich rechteckig	mediane Ausweitungen vorhanden, besonders vorne

[1] Dieser Molar zeigt schon sehr nahe Beziehungen zu *El. meridionalis trogontherii.*

Analysieren wir demgegenüber in gleicher Weise die *Planifrons*-Molaren der F. A. S. Falconer's (Tab. III, p. 43 u. 44).

Bezüglich des Verschmelzungstyps sind also: 2 Fälle ausgesprochen lat. an. med. lam., 5 Molaren streben diesem Typus deutlich zu, 1 ist ausgesprochen intermediär, ein weiterer in der letzten inkompletten Figur lat. u. med. lam., in der vorletzten dagegen lat. lam. med. an.; 2 Zähne sind auf den Typus lat. lam. med. an. zu beziehen, 1 Fall ist deutlich lat. lam. med. an., am Joch dahinter aber lat. an. med. lam., noch weiter rückwärts wieder lat. lam. med. an., daher atypisch. An den übrigen 12 Molaren ist der Typus nicht feststellbar.

Es ist höchst bemerkenswert, daß in 12 einwandfrei konstatierbaren Fällen 7 Zähne mehr oder weniger, davon 2 ganz ausgesprochen, dem Verschmelzungstyp „lat. an. med. lam.“ zuzuteilen sind, welcher für *El. antiquus* bezeichnend ist.

Demgegenüber waren unter 28 Molaren des *El. meridionalis*, einschließlich der von Soergel genannten und nicht abgebildeten, nur 5 auffindbar, welche mit diesem Verschmelzungstyp „in Beziehung“ zu bringen waren.

In der Kauflächenform finden wir ovale und rechteckige Formen in fast gleicher Anzahl, in einem Fall wird die Kaufläche besonders schmal und fast bandförmig.

Am überraschendsten sind die Befunde über das Auftreten medianer Zipfel: unter 21 konstatierbaren Molaren fehlen Zacken überhaupt nur an 5, von den übrigen 16 sind 2 atypisch, 2 schwach, 12 stark und vorne und hinten (distal und proximal) entfaltet.

An zweien dieser Molaren erreichen einzelne Schmelzfiguren geradezu den Ausbildungsgrad, wie er für *El. antiquus* bezeichnend ist, eine Lamelle kommt sogar der starken Rhombenform der *Africanus*-Figur nahe.

Gegenüber diesen Tatsachen, die noch dazu lediglich auf dem Material der F. A. S. fußen, muten die Behauptungen Soergel's (l. c. 1915, p. 184, Zeile 9 ff. von oben) über die geringe Variabilität der *Planifrons*-Molaren gegenüber *El. meridionalis* höchst sonderbar an.

Ganz im Gegensatz zu seinen Ausführungen mußten wir sehen, daß *El. meridionalis* in allen Merkmalen, welche für die Ableitung des *El. antiquus* in Betracht kommen, ganz enorm an Variationsfähigkeit hinter *El. planifrons* zurückbleibt.

Wie Soergel selbst zugibt (l. c. 1912, p. 53, letzte Zeile, und p. 82), ist der Lamellenbau des *El. antiquus* mit seinem auffallend lat. an. med. lam.-Verschmelzungstyp „sehr konstant und ein untrügliches Unterscheidungsmittel“.

Tabelle III.

El. planifrons Falc.

Stellung im Gebiß	F. A. S. Pl.	F. A. S. Fig.	Verschmelzungstyp	Kauflächenform	Mediane Zipfelbildung
M^{1}	VI	4	nicht feststellbar	wenig oval	am 4. Joch vorne und hinten typisch, sonst teils vorhanden, atypisch, teils fehlend
M^{3}	X	2	am fünftletzten Joch: lat. Ell. bedeutend schwächer, med. stark (lat. an. med. lam.)	schwach oval	je 2 Ausweitungen vorne und hinten, die Mitte bleibt zackenlos
M^{3}	XI	1	linker Zahn: lat. Ell. etwas kleiner als die med.; Mammillenzahlen: letztes deutliches Joch: 1, 3, 1; vorletztes deutliches Joch; 1, 3, 1; rechter Zahn: eher lat. lam. med. an.	hinten oval, gegen vorne zu rechteckig	vorne und hinten vorhanden, einzelne Figuren erreichen geradezu die typische Form des *El. antiquus*, bisweilen sogar die des *El. africanus*
M_{3}	XI	2	lat. u. med. lam., med. Ell. etwas stärker; Mammillenzahlen: am Joch vorher: 2, 3, 2	hinten oval, vorne rechteckig	vorne und hinten vorhanden, vorletzte Lamelle mit deutlich antiquoider Figur
M^{3}	XI	4	nicht feststellbar	oval	vorne und hinten deutlich
M_{3}	XI	5	unklar, bloß zwei Figuren an den hinteren Jochen	fast bandförmig, schmal, an *El. antiquus* erinnernd	sehr starke hintere und vordere Zipfel
M_{1}	XI	6	lat. Ell. schwächer als die med., Mammillenzahlen: 1, 4, 1	oval	fehlend
M_{3}	XI	7	zu stark abgekaut! vielleicht lat. lam. med. an.	eher oval	am vorletzten Joch vorne und hinten sehr stark, nach vorne hin verschwindend
M_{3}	XI	8	lat. Ell. viel schwächer als die med. (lat. an. med. lam.)	wegen halber Seitenansicht undeutlich	am drittletzten Joch zwei, gegen vornehin nur mehr ein hinterer Zacken

Stellung im Gebiß	F. A. S. Pl.	Fig.	Verschmelzungstyp	Kauflächenform	Mediane Zipfelbildung
M^2	XI	10	zu stark abgekaut	eher bandförmig	sehr schwache Zacken vorne und hinten
M^1	XII	4 a	zu stark abgekaut	auffallend rechteckig	schwache Zacken vorne und hinten
M^2	XII	5 a	ausgesprochen lat. an. med. lam.; Mammillenzahlen an diesem u. d. vorhergehenden Jochen: 1, 2, 2; 1, 3, 2; 1, 4, 2	eher oval, vorne eckig	zum Teil vorne und hinten, am rechten Zahn meist nur hinten, zwei Figuren dieses Molaren ausgesprochen antiquoid
M^2	XII	6 a	lat. an. med. lam.; Mammillenzahlen: 1, 3, 2	eher oval	fehlend
m_2	XII	7 a	bloß zwei Pfeiler	nicht feststellbar	
m^3	XII	8 a	unklar, die med. Ell. scheint schwächer gewesen zu sein	eher oval	mittlere Zacken an einzelnen Lamellen vorhanden
M_1	XII	10 a	lat. u. med. lam.	ziemlich rechteckig	unregelmäßige, starke Fältelung, Zipfel fehlen
M_3	XII	12 a	letzte inkompl. Figur: lat. u. med. lam., vorletzte: lat. lam. med. an.	rechteckig	fehlend
M_3	XII	13 a	lat. lam. med. an. durch große Zementzwischenräume zw. d. Ell. gänzlich atypisch. Vorletztes Joch: lat. an med. lam. Letztes Joch: lat. lam. med. an.	stark oval	vordere und hintere Zipfel zwar vorhanden, doch in je einem System von Fältchen zusammengeschoben
M_3	XIV	8	bloß zwei Figuren am vorletzten Joch; am letzten unklar	eher bandförmig	starke vordere und hintere Zacken
M_3	XIV	9	nicht feststellbar	eher oval	starke vordere und hintere Zacken
M_1	XVIII	7	nicht feststellbar	?	fehlend
M_3	XVIII	1 a 2 a	Dreipfeilerteilung nicht vorhanden	ziemlich rechteckig	starke Zacken nach beiden Seiten

Wir müssen annehmen, daß ein Charakter, welcher bei einer Spezies derart scharf herausgearbeitet erscheint, schon bei der Ahnenform betont ist.

Wenn wir also zwischen zwei Arten zu wählen haben, deren Molaren infolge ihrer Ursprünglichkeit noch nicht bestimmt geprägt sind, werden wir die eher für die Stammform halten müssen, welche die größere Variabilität in eben dem Merkmale aufweist: in unserem Falle *El. planifrons.*

Daß bei *El. meridionalis* gelegentlich Verschmelzungstypen auftreten, welche von der Regel für diese Art — lat. u. med. lam., mit der Neigung zum lat. lam. med. an.-Typ — abweichen, ist bei seiner sicheren Herkunft von *El. planifrons* um so weniger verwunderlich, als bei dieser Spezies lat. an. med. lam.-Verschmelzungen verhältnismäßig sehr häufig sind.

Eine Entwicklungserscheinung ist dieser Typus beim Südelefanten sicher nicht.

Wir begegnen ihm bei vorgeschrittenen Vertretern (cf. den von mir unter No. 5, Tab. II, genannten Zahn von Terracina, ferner die *Meridionalis*-Molaren bei Leith-Adams[1] und die *Trogontherii*-Zähne bei Soergel [1912, Taf. I—III]) nie.

Folgen wir unvoreingenommen den Tatsachen — und dabei lasse ich die europäischen *Planifrons*-Molaren mit zum Teil überaus auffallend lat. an. med. lam.-Verschmelzung absichtlich außer Betracht —, so werden wir zu dem Schlusse gedrängt, daß

1. *El. planifrons* infolge der Häufigkeit des Auftretens schwacher Lateral- und starker Medianpfeiler bei auffallender allgemeiner Variationsfähigkeit dieses Merkmals einer Ahnenform des *El. antiquus* im Molarenbau weit eher entspricht als *El. meridionalis,*

2. letztgenannte Spezies eine ausgesprochene Tendenz zur Herausbildung eines lat. lam. med. an., also dem *El. antiquus* genau entgegengesetzten Verschmelzungstyps zeigt, sonst aber lat. u. med. lam. und nur selten, wohl als phylogenetische „Erinnerungen", lat. an. med. lam. Figuren trägt.

Wir wenden uns nunmehr den beiden erörterten Variationsmerkmalen zu.

Die Kauflächenform zeigt zwar, wie meine Tabellen erweisen bei *El. planifrons,* öfter das zur Bandform überleitende Rechteck, kann aber auf so ursprünglicher Entwicklungsstufe kaum derart bestimmt hervortreten, daß zuverlässige Schlüsse aus ihr abgeleitet werden können.

Erst bei den Zwischenformen, welche von *El. planifrons* zu

[1] A. Leith-Adams, British fossil Elephants. Pl. XXII—XXIV. London (Palaeontogr. Soc.) 1874—1881.

El. antiquus bezw. von *El. meridionalis* zu *El. trogontherii* überleiten, können wir von diesem Merkmal eine klarere Prägung erwarten.

Anders steht es mit den Schmelzfiguren, deren Form wie der Verschmelzungstyp mit dem Lamellenbau in engstem Zusammenhang steht.

Der große Prozentsatz von Molaren des *El. planifrons*, welche Medianzipfel vorne und hinten zeigen (12 + 2 unter 21 Molaren), gegenüber *El. meridionalis* (6 unter 28 Molaren) spricht eine um so deutlichere Sprache, als wir bei der sewalischen Art in zwei Fällen nicht „etwas rhombische", sondern geradezu antiquoide Figuren nachweisen konnten.

Ich kann mir weitere Worte sparen und glaube genugsam dargetan zu haben, wie es tatsächlich mit den „*antiquus*-artigen Molaren des *El. meridionalis*" und dem Mangel „jedes antiquoiden Einschlages" bei *El. planifrons* bestellt ist. (Schluß folgt.)

Besprechungen.

Die deutschen Diamanten und ihre Gewinnung. Eine Erinnerungsschrift zur Landesausstellung Windhuk 1914 herausgegeben von den Förderern. Berlin 1914 bei Dietrich Reimer (Ernst Vohsen). 95 p. Mit 26 Tafeln und 1 Karte im Text.

Die Ausstellung bot u. a. ein vollständiges und eindrucksvolles Bild der Diamantengewinnung in Deutsch-Südwestafrika, die von kleinen Anfängen zu so großer Bedeutung herangewachsen ist und die in erster Linie dem Lande die Mittel zu einer großzügigen Verwaltung und Aufschließung auch zugunsten anderer Erwerbszweige, vornehmlich der Farmerei und Landwirtschaft, liefert. Aus dieser Ausstellung ist die hier vorliegende Schilderung hervorgegangen, der ersten eingehenden und zusammenfassenden Darstellung dieser wichtigen Betriebe, die um so willkommener und dankenswerter ist, als sie aus der Feder der besten Kenner der Verhältnisse und der berufensten Vertreter dieses ganzen Industriezweiges stammt (W. Bredow, Dr. H. Lotz, A. Stauch u. a.). Wir erhalten so ein getreues Gesamtbild des heutigen Standpunkts des südwestafrikanischen Diamantenbergbaus in seiner geschichtlichen Entwicklung, für das wir in diesen jetzigen Zeiten um so dankbarer sein müssen, als wir noch nicht mit Sicherheit wissen können,

was die Zukunft auch auf diesem Gebiete in ihrem Schoße birgt. Alle, die den Diamanten aus Deutsch-Südwest nach irgendeiner Richtung hin Interesse entgegenbringen, seien deshalb auf die vorliegende Schrift zu ihrer Orientierung verwiesen. Der Inhalt ist in folgende Abschnitte gegliedert: Einleitung. Die Entdeckungsgeschichte der deutsch-südwestafrikanischen Diamanten (Allgemeines über das Vorkommen der Diamanten. Die deutschen Diamanten). Die Verwertung der deutschen Diamanten. Die Maßnamen der Regierung. Die Bedeutung des Diamantenbergbaus für das Schutzgebiet. Die einzelnen Diamanten-Gesellschaften, und zwar: Koloniale Bergbaugesellschaft m. b. H. und Diamanten-Pachtgesellschaft D. K.G.; Colmanskop Diamond Mines Ltd.; Vereinigte Diamantminen A.-G.; Diamanten-Aktien-Gesellschaft (vorm. Weiß, de Meillon & Co.); Deutsche Diamanten-Gesellschaft m. b. H.; Pomona Diamanten-Gesellschaft D. K.G.; die Bahnfelder Gesellschaften; Diamanten-Abbau-Gesellschaft m. b. H. in Lüderitzbucht; Lüderitzbuchter Bergbaugesellschaft m. b. H.; Diamant-Gesellschaft Grillenthal m. b. H.; Die nördlichen Diamantfelder und die Diamantfelder-Verwertungsgesellschaft Konzeptionbucht m. b. H. Für die Einzelheiten muß auf das Buch selbst verwiesen werden. Die Ausstattung ist der festlichen Veranlassung würdig. Die zahlreichen Abbildungen stellen die für die Diamantengewinnung wichtigsten Gegenden und die verschiedensten Gewinnungsvorrichtungen von den ältesten und primitivsten Verfahren mit Sieben und Handsetzmaschinen bis zu den modernsten Maschinenanlagen in anschaulicher Weise dar. Ein kleines Kärtchen gibt das Verlandungsgebiet zwischen Meob und der Empfängnisbucht (von ca. cca. 24° bis 24° 40′ südl. Breite). Erwünscht wäre eine gute Übersichtskarte über das ganze südwestafrikanische Diamantengebiet mit den Gebieten der einzelnen Gewinnungsgesellschaften gewesen.

Max Bauer.

M. Groll: Karte des Atlantischen Ozeans. Braunschweig, Westermann. Format 95 × 120 cm. Maßstab 1 : 20 000 000. Preis Mk. 15.

Die Untergrundsplastik des Atlantischen Ozeans führt uns eine schöne neue Karte vor, welche zum erstenmal die azimutale Projektion verwendet. Die Lage des Projektions-Mittelpunktes liegt in 20° n. Br.

Die S-förmige Gestalt dieses besterforschten Ozeans tritt scharf hervor; der Konvexität an der Nordostgrenze entspricht eine Ausbuchtung der entgegengesetzten Seite, ebenso steht der Konkavität, welche durch die Ostspitze von Südamerika gebildet

wird, der ins Festland einschneidende Winkel mit dem Golf von Guinea gegenüber.

Handelt es sich hier wahrscheinlich nur um Zufälligkeiten, so ist das Folgende von größerer tektonischer Wichtigkeit: Auf dem Bilde fällt zunächst etwa in der Mittellinie des Atlantik der den beiden Landgrenzen von Nord nach Süd parallel verlaufende Höhenrücken auf. Zu beiden Seiten liegen ausgedehnte Tiefs, eine Erscheinung, welche für den Atlantischen Ozean charakteristisch ist. Die größte Tiefe, über 8000 m, findet sich an der Ostseite des Antillenbogens.

Diese gegen den Ozean gerichtete Konvexität des Inselbogens zeigt allein an den atlantischen Küsten die sonst nur im Pazifischen Weltmeer auftretenden Eigentümlichkeiten des parallelen Verlaufes von Gebirgsbögen und Inselguirlanden in ihrer Abhängigkeit von den gewaltigen Randgräben. Abgesehen von dieser pazifischen Ausnahme sind die atlantischen Küsten dadurch ausgezeichnet, daß sie die Gebirgsbögen quer durchschneiden.

Drei Landbrücken haben wahrscheinlich Amerika mit den Festländern der Alten Welt in der Vorzeit verbunden. Darauf deuten

1. die Azoren im Norden und die sie umgebende Untiefe und andererseits Neufundland und die vlämische Kappe im Osten von Nordamerika hin;

2. eine zweite Brücke durchzog den Ozean etwa in der Gegend des Äquators. Auch hier finden wir dieselben Erscheinungen, Inselüberreste und Untiefen.

3. Im Süden (Natal und Mittelgebirge der Provinz Buenos Aires) erheben sich auf beiden angrenzenden Erdteilen ost—west streichende Gebirge, die einen Zusammenhang wahrscheinlich machen, da die geologische Schichtenfolge und die jungpaläozoische Faltungsperiode übereinstimmen.

Auch diesen paläozoischen Gebirgsfragmenten entsprechen Untiefen auf dem Meeresgrund.

Die im vorstehenden skizzierten Gedanken drängten sich dem Unterzeichneten bei der Betrachtung der geradezu vorbildlich schönen Darstellung aus der Feder des rühmlichst bekannten Verf.'s auf. **Frech.**

Personalia.

Gestorben: Am 30. Dezember 1915 Dr. **Johan Christian Moberg**, Lund (Schweden).

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Synthese der Nickelarsenide.

Von **A. Beutell** in Breslau.

Gemeinsam mit Fr. Lorenz hatte ich die Zerlegung des Speiskobalts mittelst Luftoxydation durchgeführt und anschließend daran durch Synthese die erhaltenen Resultate sichergestellt, sowie teilweise erweitert (dies. Centralbl. 1915. p. 359—373).

Wegen der nahen Verwandtschaft zwischen Kobalt und Nickel hatten wir angenommen, daß sich die Arsenide des Nickels nicht wesentlich anders verhalten würden wie die des Kobalts, und aus diesem Grunde waren synthetische Versuche mit Nickel unterblieben.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Speiskobalts waren mir bald Zweifel an der Richtigkeit dieser Annahme aufgetaucht. Während nämlich das Monarsenid des Nickels, As Ni, im Speiskobalt ziemlich häufig auftritt, hatte ich nirgends Anhaltspunkte für die Existenz des entsprechenden Kobaltarsenids, As Co, gefunden. Der Hauptzweck der folgenden Untersuchung ist die Aufklärung dieses merkwürdigen Unterschieds der beiden Monarsenide.

Die benutzte Apparatur war dieselbe wie bei den Versuchen mit Speiskobalt und Kobalt, doch wurde das Verfahren etwas abgeändert. Bei der Darstellung der Kobaltarsenide war das erhaltene Pulver nach der Arsenaufnahme jedesmal von neuem zerrieben worden, um das Eindringen des Arsens ins Innere zu erleichtern; hiervon wurde bei der Synthese der Nickelarsenide im allgemeinen Abstand genommen, um die Verhältnisse mehr den natürlichen anzupassen. Falls sich nämlich der Speiskobalt auf Erzgängen durch Einwirkung von Arsendämpfen gebildet hätte, so mußten dieselbe durch die oberflächliche Kruste höherer Arsenide hindurchdiffundieren, und es wäre möglich, daß die Diffusionsgeschwindigkeit des Arsendampfes durch eine Haut von Nickelarseniden viel geringer ist als durch eine solche von Kobaltarseniden. Das häufige Auftreten von Rotnickelkies, As Ni, im Speiskobalt könnte darin seinen Grund haben, daß die oberflächlich gebildeten Arsenide das Fortschreiten der Reaktion nach dem Innern verhindern, während beim Kobalt die Arsenierung ungehindert von außen nach innen von statten geht.

Durch vergleichende Versuche mit Kobalt und Nickel, die ich der Vollständigkeit wegen auch auf vorher entarsenten Speiskobalt

ausgedehnt habe, hoffte ich Aufschluß nach dieser Richtung zu erlangen.

Um Erfahrungen über den Verlauf der Arsenierung ohne jedesmaliges Zerreiben der Substanz zu sammeln, wurden zunächst zwei Versuchsreihen bei 300^0 beziehentlich 350^0 mit Speiskobalt und Kobalt angesetzt. In demselben Vakuumrohr (dies. Centralbl. 1911. p. 494. Fig. 2) wurden gleichzeitig drei Röhrchen erhitzt; die drei Versuchsreihen, welche jede der folgenden Tabellen enthält, sind daher unter genau denselben Versuchsbedingungen durchgeführt. Die Temperatur des Ofens wurde bei jeder Unterbrechung der Versuche kontrolliert, und falls dieselbe durch Abnutzung der Lampen des Widerstandes etwas gesunken war, neu einreguliert. Besonderes Gewicht wurde bei allen folgenden Versuchen auf vorzügliches Vakuum gelegt. Denn wenn auch die Tension des Arsendampfes vom Druck unabhängig ist, so vollzieht sich die Arsenaufnahme naturgemäß langsamer bei Anwesenheit eines neutralen Gases. Ist nur Arsendampf vorhanden, so bildet sich infolge der Absorption desselben ein kontinuierlicher Strom von Arsendampf nach der absorbierenden Substanz hin, während bei Anwesenheit eines zweiten Gases der Arsendampf erst durch dieses diffundieren muß. Da sich hierdurch die Reaktionsgeschwindigkeit vermindert, auf die es bei diesen Versuchen in erster Linie ankommt, so müßte ein möglichst vollkommenes Vakuum angestrebt werden. Zur Kontrolle desselben war an der Pumpe ein Kathodenrohr angebracht, das mit einem Induktor betrieben werden konnte (a. a. O. p. 492. Fig. 1). Die Fluoreszenz desselben gestattet bei einiger Übung in jedem Augenblick die Güte des Vakuums festzustellen.

Die Operation des Auspumpens ist viel zeitraubender, als man sich im allgemeinen vorstellt. Man erhält zwar reines Kathodenlicht in 3—4 Minuten, doch beobachtet man, daß im Anfang das Vakuum beim Durchgehen des Induktionsstromes stark zurückgeht; erst nach stundenlangem Pumpen bleibt das Vakuum konstant. Diese Erscheinung wird durch die an den Glaswänden, Elektroden usw. kondensierten Gase und Dämpfe (besonders Wasserdampf) hervorgerufen, welche sich nur äußerst schwierig und langsam loslösen; besonders an pulverförmigen Substanzen sitzen die kondensierten Gase sehr hartnäckig. Nur ganz allmählich stellt sich in der Luftpumpe ein Gleichgewichtszustand her, der jedoch durch elektrische Entladungen oder durch Erwärmen sofort wieder zerstört wird. Um das Evakuieren zu beschleunigen, habe ich das Vakuumrohr in ein Gefäß mit kochendem Wasser getaucht und dann so lange weiter gepumpt (stets mehrere Stunden), bis das Vakuum durch den Induktionsstrom nicht mehr beeinflußt wurde. Es stellte sich heraus, daß beim Erwärmen auf 100^0 aus dem Pulver stets eine geringe Menge von weißem Arsenik (As_2O_6) ab-

destillierte, welcher sich während des Wägens und Einschmelzens an der Luft gebildet hatte. Noch schneller kommt man zum Ziele, wenn man das zu evakuierende Rohr (einschließlich der Abschmelzstelle) mit Silberblech umwickelt und mit direkter Flamme erwärmt. Die Erwärmung ist auf diese Weise sehr gleichmäßig, und Überhitzung ist bei einiger Vorsicht nicht zu befürchten, da sich der schneeweiße Arsenikbeschlag bei zu hoher Temperatur sofort zu bräunen beginnt. Der hierdurch verursachte ganz geringe Verlust metallischen Arsens ist für den Verlauf der synthetischen Versuche ohne jede Bedeutung, da er sich im Arsendampf sofort wieder ersetzt.

Auch in anderer Richtung unterscheiden sich die folgenden Versuche von den früheren (a. a. O.). Bei der Darstellung der Kobaltarsenide hatten wir die Versuchstemperatur von Fall zu Fall entsprechend der Arsenaufnahme geändert, um die Grenzen der Beständigkeitsintervalle der einzelnen Arsenide möglichst genau festzustellen. Hiervon nahm ich diesmal Abstand und führte die Versuche bei willkürlichen Temperaturen durch. Hierdurch ändert sich naturgemäß das Bild der Ergebnisse. Bei der relativ langen Versuchsdauer von je einer Woche (bei 300° sogar von je 10 Tagen) hat die Arsenierung von Speiskobalt und Kobalt nie auf Gewichtskonstanz geführt, wie sie bei kurzen Versuchen auftrat.

Die folgende Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse bei 300°.

Tabelle 1.

Arsenaufnahme des Speiskobalts und Kobalts bei 300° ohne jedesmaliges Pulvern der Substanz.

Dauer	Speiskobalt		Kobalt A		Kobalt B	
	Atomverhältnis R : As	Differenz	Atomverhältnis Co : As	Differenz	Atomverhältnis Co : As	Differenz
anfangs	1 : 0,96		1 : 0,00		1 : 0,00	
		0,05		0,67		0,67
nach 10 Tagen	1 : 1,01		1 : 0,67		1 : 0,67	
		0,02		0,26		0,26
„ 20 „	1 : 1,03		1 : 0,93		1 : 0,93	
		0,01		0,05		0,05
„ 30 „	1 : 1,04		1 : 0,98		1 : 0,98	
		0,00		0,02		0,02
„ 40 „	1 : 1,04		1 : 1,00		1 : 1,00	
		0,02		0,07		0.08
„ 50 „	1 : 1,06		1 : 1,07		1 : 1,08	

Aus den Zahlen für Speiskobalt, der bei Beginn der Versuche bereits das Atomverhältnis R : As = 1 : 0,96 hatte, geht hervor, daß über dieses Verhältnis hinaus die Arsenaufnahme eine äußerst

langsame ist. Einmal (nach 40 Tagen) war die Zusammensetzung nicht mehr geändert worden; da jedoch auch die beiden Parallelversuche mit Kobalt eine zu geringe Aufnahme zeigen, muß ein Versuchsfehler vorliegen. Wahrscheinlich ist infolge einer Betriebsstörung im städtischen Elektrizitätswerk die Temperatur des Ofens für einige Stunden so weit gesunken, daß wegen der Abnahme der Arsentension aus den Arseniden Arsen abdestilliert ist. Hieraus weist die abnorm starke Arsenaufnahme in den folgenden 10 Tagen hin, in denen sich der Arsenverlust wieder ersetzt hat. Die mittlere Gewichtszunahme in den letzten 20 Tagen befindet sich in vollem Einklang mit den vorhergehenden Werten. Die Übereinstimmung der Parallelversuche mit Kobalt ist eine ausgezeichnete. Die Arsenaufnahme vollzieht sich bis ungefähr zur Formel AsNi verhältnismäßig schnell und fällt dann ziemlich plötzlich auf einen sehr kleinen, aber fast konstanten Wert ab.

Tabelle 2

Arsenaufnahme des Speiskobalts und Kobalts bei 350°.

Dauer	Speiskobalt		Kobalt A		Kobalt B	
	Atomverhältnis R : As	Differenz	Atomverhältnis Co : As	Differenz	Atomverhältnis Co : As	Differenz
a) ohne jedesmaliges Pulvern der Substanz						
anfangs	1 : 1,06		1 : 1,07		1 : 1,08	
		0,09		0,12		0,11
nach 1 Woche	1 : 1,15		1 : 1,19		1 : 1,19	
		0,06		0,04		0,07
„ 2 Wochen	1 : 1,21		1 : 1,23		1 : 1,26	
		0,06		0,10		0,07
„ 3 „	1 : 1,27		1 : 1,33		1 : 1,33	
		0,03		0,03		0,02
„ 4 „	1 : 1,30		1 : 1,36		1 : 1,35	
		0,03		0,03		0.03
„ 5 „	1 : 1,33		1 : 1,39		1 : 1,38	
		0,02		0,03		0,02
„ 6 „	1 : 1,35		1 : 1,42		1 : 1,40	
b) mit jedesmaligem Pulvern der Substanz.						
anfangs	1 : 1,35		1 : 1,42		1 : 1,40	
		0,08		0,09		0,07
nach 7 Wochen	1 : 1,43		1 : 1,51		1 : 1,53	
		0,03		0,06		0,08
„ 8 „	1 : 1,46		1 : 1,57		1 : 1,61	
		0,04		0,10		0,09
„ 9 „	1 : 1,50		1 : 1,67		1 : 1,70	

Zu den Versuchen von Tabelle 2 (a und b) dienten dieselben Pulver, welche bereits 50 Tage der Einwirkung von Arsendampf bei 300° ausgesetzt gewesen waren. Die Gewichtszunahme steigt bei 350° zunächst etwas an, fällt dann rasch und erreicht zwischen der dritten und sechsten Woche einen fast konstanten Betrag; die Differenz der Atomverhältnisse sowohl für Speiskobalt wie für Kobalt schwankt dann nur noch zwischen 0,02 und 0,03.

Diese Konstanz schwindet sofort, wenn man die Arsenide von neuem pulvert, wie die unter b eingetragenen Daten zeigen. Die Arsenaufnahme steigt auf etwa den dreifachen Wert und bleibt, soweit die Versuche reichen, dauernd höher als ohne Pulvern. Selbst eine äußerst feine Haut höherer Arsenide bedeutet mithin ein starkes Hindernis für den Fortgang der Arsenierung.

Die nun folgenden, bei 400°, 450° und 500° unternommenen Versuche erstrecken sich neben Speiskobalt und Kobalt auch auf Nickel. Das Nickelpulver war von C. A. F. Kahlbaum bezogen, wurde jedoch vor dem Gebrauch nochmals mit Wasserstoff im Porzellanrohr reduziert, wobei ziemlich starke Wasserbildung auftrat. Nach der Reduktion wurde es gesiebt, so daß nur feinstes Pulver zur Verwendung kam. Als Ausgangsmaterial für die beiden anderen Versuchsreihen diente Speiskobaltpulver, das durch Vakuumdestillation auf die Zusammensetzung $As_{1,05}R$ gebracht worden war, und reines Kobaltpulver; letzteres war derselben Behandlung wie das Nickelpulver unterworfen worden. Die Erhitzungsdauer betrug jedesmal eine Woche; nur der erste Versuch bei 400° wurde 14 Tage ohne Unterbrechung durchgeführt, um rascher voranzukommen. In Tabelle 3 (p. 54) sind die bei 400° erhaltenen Resultate zusammengestellt.

Sowohl das Kobalt- als das Nickelpulver waren nach der ersten 14tägigen Einwirkuug des Arsendampfes bei 400° zusammengesintert; das Kobaltarsenid zeigte eine fast schwarze Farbe, während das Nickelarsenid deutlichen Metallglanz und Bronzefarbe besaß. Die Reaktion verlief anfangs so rasch, daß in den ersten 14 Tagen bedeutend mehr Arsen aufgenommen wurde als in den folgenden 6 Wochen. Wie bei den früheren Versuchen ist auch hier ein schneller Abfall der Arsenaufnahme zu verzeichnen. In bezug auf die Reaktionsgeschwindigkeit bei 400° ist zwischen Kobalt und Nickel kein wesentlicher Unterschied zu bemerken. Da das Nickel etwas zurückblieb, wurde das gebildete Arsenid bereits nach 5 Wochen gepulvert; es war so hart, daß ein Glasstäbchen hierzu nicht ausreichte; vielmehr mußte die Substanz in einen Achatmörser gebracht werden. Nach dem Pulvern, welches von nun an jedesmal wiederholt wurde, stieg der Arsengehalt rasch an und erreichte nach 8 Wochen das Verhältnis Ni : As

Tabelle 3.

Arsenaufnahme des Speiskobalts, Kobalts und Nickels bei 400°. (Angewandte Substanz etwa 0,1 g.)

Dauer	Speiskobalt		Kobalt		Nickel	
	Atomverhältnis R : As	Differenz	Atomverhältnis Co : As	Differenz	Atomverhältnis Ni : As	Differenz
a) ohne jedesmaliges Pulvern der Substanz.						
anfangs	1 : 1,05		1 : 0,00		1 : 0,00	
		1,11		1,31		1,36
nach 2 Wochen	1 : 2,16		1 : 1,31		1 : 1,36	
		0,14		0,15		0,07
„ 3 „	1 : 2,30		1 : 1,46		1 : 1,43	
		0,09		0,04		0,04
„ 4 „	1 : 2,39		1 : 1,50		1 : 1,47	
		0,07		0,06		—
„ 5 „	1 : 2,46		1 : 1,56		—	
		0,01		0,03		—
„ 6 „	1 : 2,47		1 : 1,59		—	
b) mit jedesmaligem Pulvern der Substanz.						
		—		—		0,41
nach 5 Wochen	—		—		1 : 1,88	
		—		—		0,04
„ 6 „	—		—		1 : 1,92	
		0,20		0,32		0,07
„ 7 „	1 : 2,67		1 : 1,91		1 : 1,99	
		0,09		0,23		0,01
„ 8 „	1 : 2,76		1 : 2,14		1 : 2,00	

= 1 : 2,00; Speiskobalt und Kobalt waren in derselben Zeit auf das Verhältnis 1 : 2,76 beziehentlich 1 : 2,14 angestiegen.

Gleichzeitig waren in einem zweiten elektrischen Ofen drei Versuchsreihen bei 450° mit Speiskobalt von der Formel $As_{1,05}R$, reinem Kobalt und Nickel angesetzt worden. Die jedesmalige Versuchsdauer betrug in allen Fällen eine Woche; erst nach 4 Wochen, aber von da an nach jeder Unterbrechung wurden die gebildeten Arsenide neu gepulvert. Die gesamten Ergebnisse enthält die Tabelle 4 (p. 55).

Auch bei 450° waren Nickel und Kobalt nach der ersten Arseneinwirkung stark zusammengesintert; als nach 4 Wochen die Substanzen gepulvert werden sollten, erwies sich das Nickelarsenid als so hart, daß es nicht aus dem Röhrchen entfernt werden konnte, ohne dasselbe zu zertrümmern. Hieraus muß geschlossen werden, daß die Reaktion zwischen Nickel und Arsen energischer

Tabelle 4.

Arsenaufnahme des Speiskobalts, Kobalts und Nickels bei 450°. (Angewandte Substanz 0,2 g.)

Dauer	Speiskobalt		Kobalt		Nickel	
	Atomverhältnis R : As	Differenz	Atomverhältnis Co : As	Differenz	Atomverhältnis Ni : As	Differenz
a) ohne jedesmaliges Pulvern der Substanz.						
anfangs	1 : 1,05		1 : 0,00		1 : 0,00	
		0,86		1,53		1,34
nach 1 Woche	1 : 1,91		1 : 1,53		1 : 1,34	
		0,19		0,14		0,11
„ 2 Wochen	1 : 2,10		1 : 1,67		1 : 1,45	
		0,07		0,06		0,03
„ 3 „	1 : 2,17		1 : 1,73		1 : 1,48	
		0,11		0,05		0,07
„ 4 „	1 : 2,28		1 : 1,78		1 : 1,55	
b) mit jedesmaligem Pulvern der Substanz.						
		0,06		0,09		0,46
nach 5 Wochen	1 : 2,34		1 : 1,87		1 : 2,01	
		0,08		0,12		0,03
„ 6 „	1 : 2,42		1 : 1,99		1 : 2,04	

verläuft als zwischen Kobalt und Arsen. Wenn aber trotzdem die Arsenaufnahme, wie das Resultat nach 4 Wochen (Tabelle 4) beweist, beim Nickel viel geringer ist als beim Kobalt, so kann sich dies nur dadurch erklären, daß infolge stärkerer Sinterung die Arsenierung beim Nickel nicht nach dem Innern fortschreiten kann. Daß dies tatsächlich die Ursache des scheinbar widerspruchsvollen Ergebnisses ist, beweist das nach 5 Wochen erzielte Resultat. Nachdem nämlich die Arsenide gepulvert worden waren, erfährt die Arsenaufnahme beim Kobalt nur eine geringe Beschleunigung, während das Nickelarsenid einen Sprung von $As_{1,55}Ni$ bis auf $As_{2,01}Ni$ macht. Der nach Abschluß der vierten Versuchswoche vorhandene, ziemlich beträchtliche Vorsprung des Kobaltarsenids hat sich infolge des Pulvers mit einem Schlage ins Gegenteil verwandelt, wie seine Zusammensetzung $As_{1,87}Co$ dartut. Die Vermutung, daß die Affinität zwischen Nickel und Arsen stärker ist als zwischen Kobalt und Arsen, wird hierdurch zur Gewißheit.

Leider verunglückte nach 6 Wochen die Versuchsreihe durch Springen des Vakuumrohres, bevor mit Sicherheit festgestellt war,

ob die Einwirkung des Arsens auf Nickel mit der Formel As_2Ni ihr Ende erreicht hatte. Um hierüber Klarheit zu erlangen, wurden die Versuche von 400°, die in Tabelle 3 zusammengestellt sind, zunächst bei 450 und schließlich bei 500° fortgesetzt. Hierbei wurde bei Speiskobalt die Formel As_3R und für das Kobaltarsenid die Formel $As_{2,61}Co$ erreicht. Die Arsenierung des Nickels jedoch, welche schon bei 400° (Tabelle 3) genau auf das Biarsenid As_2Ni geführt hatte, schritt weder durch 14 Tage langes Erhitzen bei 450°, noch durch 7tägiges bei 500° weiter fort. Es wurde in den letzten 3 Wochen keine Spur Arsen aufgenommen: As_2Ni ist das höchste darstellbare Nickelarsenid. Das Nickel gleicht in dieser Beziehung dem Eisen, dessen höchstes Arsenid nach unseren früheren Untersuchungen (dies. Centralbl. 1911. p. 316) ebenfalls das Biarsenid As_2Fe ist.

Von der Fortführung der Kobaltversuche bis zur völligen Sättigung wurde Abstand genommen, da die Bildung des Triarsenids As_3Co bereits nachgewiesen war (a. a. O.).

Ergebnisse.

1. Das höchste Arsenid, welches bei der Einwirkung von Arsendampf auf Nickel entsteht, ist das Biarsenid As_2Ni.
2. Bei 400° zeigt die Arsenierung von Kobalt und Nickel keinen nennenswerten Unterschied.
3. Bei 450° tritt beim Nickel eine stärkere Sinterung auf als beim Kobalt.
4. Wegen der starken Sinterung kommt bei 450° die Arsenierung des Nickels zum Stillstand, während sie beim Kobalt bis zur Sättigung fortschreitet.

Breslau, Mineral. Institut der Universität, Oktober 1915.

Meine Antwort in der Planifrons-Frage.

I. Die Herkunft des Elephas antiquus.

Von **G. Schlesinger**, Wien.

Mit 4 Textfiguren.

(Schluß.)

Ad B. Wie verhalten sich nun die gewonnenen Gesichtspunkte zur Frage der „intermediären Molaren“? Sind wir berechtigt:

1. von Zwischenformen zwischen *El. antiquus* und *El. trogontherii* zu sprechen?
2. die Molaren aus dem Oberpliocän, welche C. Bortolotti[1] mitteilte, als „antiquoide *Meridionalis*-zähne“ aufzufassen?

Um diesen Fragen gerecht werden zu können, wollen wir wieder vorerst die Spezialisations- und Variationsmerkmale des *El. trogontherii* festlegen.

Von ersteren bleiben die Punkte 2—4 so ziemlich die gleichen wie bei *El. antiquus*, sind also für unsere Fragen unbrauchbar.

Dagegen ist der Verschmelzungstyp wieder von größter Bedeutung.

Wir haben schon gelegentlich der Umgrenzung dieses Merkmales bei *El. meridionalis* gesehen, daß der Lamellenbau noch innerhalb dieser Spezies einem Zustand zustrebt, welcher durch Vergrößerung der Seitenpfeiler und Verringerung des Mittelpfeilers gekennzeichnet ist.

Daß diese Entwicklung in einzelnen Fällen schon früh einsetzte, ersehen wir nicht nur aus den besprochenen Zähnen aus Terracina und den *Meridionalis*-Molaren des Forestbed (s. Leith-Adams l. c.), sondern auch aus der von Soergel (l. c. 1912, p. 11, Fig. 8) abgebildeten *Meridionalis*-Lamelle aus dem Val d'Arno, deren Hauptspalten sehr stark konvergieren und eine bereits lat. lam. med. an. letzte inkomplette Figur bedingt haben müssen.

Wäre *El. trogontherii* lediglich als der Nachfolger dieser Spezialisationsrichtung aufzufassen, so müßte er den Verschmelzungstypus lat. lam. med. an. noch ausgesprochener an sich tragen.

Das ist nicht für alle Molaren der Fall, welche sonst in die Breite des *El. trogontherii* fallen, doch für etliche.

Die englischen Vertreter dieser Art und des *El. primigenius* (s. Leith-Adams l. c.) bieten in dieser Hinsicht genügende Anhaltspunkte.

Oft begegnen wir auch der lat. lam. med. lam.-Verschmelzung, was uns bei der Häufigkeit dieses Typus beim Südelefanten nicht wundern kann.

Dagegen besteht zwischen der Erwartung lat. an. med. lam.-Fusionen, welche infolge der verhältnismäßigen Seltenheit dieses Zustandes bei *El. meridionalis* weniger häufig auftreten sollten, und den Angaben W. Soergel's (l. c. 1912, Tabellen) ein ausgesprochener Zwiespalt.

Der überwiegende Teil der von Soergel als *El. trogontherii*

---

[1] C. Bortolotti, Denti di Proboscidati, di Rhinoceronte e di Ippopotamo etc. Riv. ital. Palaeontolog. **10**. p. 83 ff. Perugia 1904.

bestimmten Molaren ist (n. SOERGEL) lat. an. med. lam.[1], wie er (l. c. p. 38) bemerkt, „allerdings nicht in dem für *El. antiquus* eigentümlichen Extrem".

Sind SOERGEL's Angaben richtig, dann bleibt nur die Annahme, daß die mitteldeutschen *Trogontherii*-Formen auf *Meridionalis*-Typen zurückgehen, welche den bei *El. planifrons* häufigeren Lamellenbau mit stärkeren Mittel- und schwächeren Seitenpfeilern beibehalten haben.

Eine Notwendigkeit, eine Beziehung zu *El. antiquus* anzunehmen, besteht um so weniger, als wir klar und deutlich drei — im *Trogontherii*-Material sogar ziemlich gleichwertig vertretene — Ausgangspunkte für den Lamellenbau dieser Art konstatieren können.

Aus dieser dreifachen Grundlage erklärt sich die große Wandelbarkeit im Verschmelzungstyp des *El. trogontherii* und zum Teil auch noch des *El. primigenius*.

Wir sind daher nicht in der Lage, auf Grund des Verschmelzungstyps intermediäre Formen festzustellen.

Wie steht es nun mit den Variationsmerkmalen?

Es ist kein Zweifel, daß sie beim typischen Trogontherien-Elefanten von *El. antiquus* wesentlich verschieden sind.

Beim ursprünglichen *El. trogontherii* aber kann dieser Unterschied infolge der ähnlichen Variationsbreite des *El. meridionalis* und des *El. planifrons* in diesen Punkten sehr zurücktreten.

Wie wir gesehen haben, sind die beiden wesentlichsten Variationsmerkmale (Kauflächenform und Gestalt der Schmelzfiguren) zwar weit seltener, aber dennoch an Molaren des *El. meridionalis* in Ausbildungen vorhanden, welche es ermöglichen, sie in entfernte Beziehungen zu *El. antiquus* zu bringen.

Ob mit Recht, ist eine andere Frage.

Wenn aber SOERGEL glaubt, ihr mit der auf p. 183 (SOERGEL 1915) abgedruckten und von mir weiter oben (p. 36) zitierten theoretischen Erörterung zu Leibe rücken zu können, so hat er eben für diesen Moment vergessen, daß er nur von den Molaren spricht.

Es ist nicht nur denkbar, sondern durch den nachfolgend besprochenen Fall in einer anderen Proboscidier-Gruppe sogar sichergestellt, daß zwei wohlunterschiedene Arten im Molaren-

[1] Ich nehme an, daß SOERGEL bei der Angabe des Verschmelzungstyps sich dessen bewußt war, daß nur eine Berücksichtigung aller inkompletten Figuren und der Tatsache, wie die letzte von ihnen gestaltet ist, ein unzweideutiges Bild des Lamellenbaues geben kann, und nicht etwa nach einer mittleren inkompletten die Fusion benannt hat. In letzterem Fall wäre die Feststellung eines lat. an. med. lam.-Typs natürlich irrig.

bau einander derart ähnlich werden können, daß die Zahnbestimmung ernste Schwierigkeiten bereitet!

Mastodon angustidens entwickelt in einer subtapiroiden Form, wie sie in Wies, Eibiswald, Vordersdorf häufig ist, Molaren, welche derart den entsprechenden Zähnen des *M. tapiroides*, zumal wenn diese die Verstärkungsleiste bedeutend entfaltet haben, ähneln, daß sie kaum zu trennen sind.

Dieser Umstand hat „Molarenphylogenetiker“ mehrmals verführt, die beiden Arten zusammenzuziehen.

Und doch ist aus der Form der Stoßzähne — die hier nicht wie bei Elefanten wandelbar sind — klar ihre Artberechtigung erwiesen: *M.* (*Bunolophodon*) *angustidens* trug nach abwärts gekrümmte, runde Incisoren mit breitem Schmelzband an der konkaven Seite, *M.* (*Zygolophodon*) *tapiroides* nach aufwärts gekrümmte, kompreß-ovale Incisoren mit breitem Schmelzband an der konvexen Seite.

Auftretende intermediäre Molaren würden also bloß beweisen, daß an den betreffenden Stellen die eine Art unter Lebensbedingungen zu bestehen genötigt war, welche dem Milieu der andern nahe standen, und daß unter diesem Einfluß die von den beiden Ahnen her noch latenten ähnlichen Merkmale eben in der Richtung betont wurden, welche dem jeweiligen Lebensbezirk entsprach.

Die erörterten Momente müssen wir bei Beurteilung der folgenden Variationsmerkmale der typischen Molaren des *El. trogontherii* berücksichtigen. Diese sind:

1a. Breite Zahnkronen.
2a. Ovale Kauflächen.
3a. Fehlende oder zurücktretende Medianzipfel.
4a. Zurücktretende Knitterung des Schmelzes.

An atypischen Zähnen werden wir — innerhalb der Grenzen, welche in der Variationsbreite des *El. meridionalis* als Ahnen möglich sind — in allen diesen Merkmalen gewisse Anähnlichungen an die bezüglichen Charaktere des *El. antiquus* erwarten können.

Ich gehe nunmehr unter diesen Gesichtspunkten die von Soergel mit Abbildung publizierten[1] „intermediären Molaren“ durch:

Als solche nimmt Soergel (l. c. 1912) in Anspruch:

1. Taf. 1 Fig. 9, ein M_3 einer Mandibel aus den Sanden von Mauer, von Soergel „noch in den Formenkreis des *El. antiquus*“ gezogen, zeigt eine Verschmelzung, welche eher als lat. lam. med. an (lat. Ell. stärker, med. schwächer) zu bezeichnen

[1] Nicht abgebildete Zähne bin ich begreiflicherweise außerstande zu überprüfen.

ist (siehe die Lamelle in der Flucht des hinteren Randes der Symphyse). Die bedeutende Größenabnahme des Mittelpfeilers beweist überdies das starke Konvergieren der Trennungsspalten.

Dieser Typus trifft — auch nach Soergel (vgl. weiter oben p. 42, letzter Absatz) — bei *El. antiquus* nie zu.

Zahnkrone breit, Kaufläche eher oval, Medianzipfel schwach und in Zweizahl vorhanden, Rhombenform fehlt, Schmelz allerdings stark geknittert.

Der Zahn entspricht in fast allen Punkten dem *El. trogontherii*, die Mandibel ist sehr gedrungen, ihr Kinn gerundet, also nicht typisch. Soergel zieht den Rest bloß deshalb (l. c. 1912, p. 30) in den Kreis des *El. antiquus*, weil er das einzige *Trogontherii*-Stück in Mauer wäre.

Eine derartige Schlußfolgerung halte ich für unmöglich, seine Artzuteilung in Hinblick auf die großen Beziehungen zu *El. trogontherii* für irrig.

2. Taf. I Fig. 8, ein Bruchstück eines stark abgekauten M^2 oder M^3 aus den Sanden von Mauer, als *El. antiquus* var. *trogontherii* bestimmt.

Verschmelzungstyp nicht festzustellen, Krone eher breit, Medianzipfel je zwei, keine Rhombenform, Knitterung sehr mäßig. Ich sehe in dem Zahn keine Charaktere des *El. antiquus;* die mittleren Doppelzipfel finden sich gelegentlich bei *El. meridionalis.*

3. Taf. II Fig. 1, ein M^3 aus Balastière de Flins (Seine et Oise), bestimmt als *El. trogontherii* var. *antiquus.* Der Zahn weicht nach Soergel im Verschmelzungstyp von *El. antiquus* ab. Ich kann das nicht finden; die Auflösung der inkompletten Figuren erfolgt nach einem ausgesprochen lat. an. med. lam.-Zustand, die letzten zwei inkompletten Figuren zeigen fast ganz gleiche Seiten- bzw. Mittelpfeiler.

Alle Variationsmerkmale sind typisch für *El. antiquus.* Das von Soergel erwähnte Schwächerwerden der Mittelzipfel und damit der Rhomben nach vorne ist auch an Molaren, welche Soergel dem typischen *El. antiquus* zuteilt, vorhanden (siehe l. c. Taf. I Fig. 12 u. 14, Taf. II Fig. 6).

4. Taf. II Fig. 2, ein M_3 aus Uichteritz, bestimmt als *El. antiquus* var. *trogontherii*, ist meines Erachtens ein typischer *El. antiquus.* Der Verschmelzungstyp ist lat. an. med. lam., das Schmälerwerden der Mittelfigur nach vornehin tritt an folgenden von Soergel dem typischen *El. antiquus* zugeteilten Molaren fast ebenso deutlich hervor (Taf. I Fig. 4, 10 und 11, ferner Taf. II Fig. 6).

Ich kann daher in dem Zahn keinen „intermediären" Charakter finden.

5. Taf. II Fig. 4, gleichfalls ein M_3 aus Steinheim a. d. Murr, als *El. antiquus* var. *trogontherii* bestimmt. Der Verschmelzungstyp

ist nach SOERGEL (l. c. p. 46) wegen einer tiefen Medianspalte, welche an den vier letzten Lamellen auftritt, nicht feststellbar; doch zeigen die seitlichen Ellipsen eine derartige Konstanz in der Größe, daß er vom typischen Charakter nicht abweicht. In den Variationsmerkmalen kann ich keine Beziehungen zu *El. trogontherii* finden; die Rhombenform der Schmelzfiguren ist zwar an etlichen Lamellen unklar, dafür aber an anderen außerordentlich typisch.

6. Taf. II Fig. 7, ein M^3 aus Steinheim a. d. Murr, von SOERGEL wegen seiner Breite und der seitlichen Verbreiterung der Schmelzfiguren nach vorne als *El. trogontherii* und wegen seiner Rhombenbildungen an den mittleren Lamellen als var. *antiquus* bestimmt. Der Zahn ist der einzige von den sechs besprochenen, welcher wirkliche Beziehungen zu *El. antiquus*, allerdings bloß in dem einen genannten Charakter und auch in diesem nur atypisch zeigt.

Ich halte es für übereilt, auf das Vorkommen solcher Schmelzfiguren, die, wie dargelegt, viel einfacher erklärbar sind, phylogenetische Schlüsse aufzubauen.

Einer kritischen Prüfung vermögen also SOERGEL's „intermediäre Molaren" nicht standzuhalten. Bei fünf von sechs abgebildeten Zähnen — und offenbar hat SOERGEL die typischen Stücke zur Abbildung gewählt — sind die vermeintlichen Zwischencharaktere völlig aus der Variationsbreite der betreffenden Spezis erklärbar, ein einziger Fall verbindet atypische Schmelzfiguren des *El. antiquus*, mit Merkmalen des *El. trogontherii.*

Es ist naheliegend, für ihn andere als phylogenetische Gründe anzunehmen.

Und nun zu den Molaren aus Perugia (siehe C. BORTOLOTTI l. c.):

Von den drei Molaren zeigt der erste, ein M^2 sin. (l. c. Tav. IV Fig. 2), unverkennbare Beziehungen zu *El. antiquus.* Der Verschmelzungstyp ist leider nicht festzustellen.

Die Kauflächenform ist ursprünglich und erinnert an *El. planifrons*, die Schmelzfiguren sind schon typisch, wie bei *El. antiquus*, und stark rhombisch.

Die bedeutende Erhebung der Joche über die Zementbasis gemahnt gleichfalls an *El. planifrons.*

Geradezu auffallend werden die Beziehungen zu dieser Art bei dem m^3 dext. (l. c. Tav. IV Fig. 5). Auch hier ist der Verschmelzungstyp nicht zu erschließen.

Doch sind bei schmaler und ziemlich bandförmiger Krone die Schmelzwellung und mediane Zipfelbildung ebenso, wie das Emporragen der Schmelzbüchsen über die Zementbasis und ihre Knickung an der Innenseite geradezu *planifrons*-artig.

Ein dritter Molar ($M_{\overline{1}}$ sin., l. c. Tav. V Fig. 1 u. 2) trägt alle Merkmale, die man von einem Vorläufer des *El. antiquus* erwarten muß.

Der Verschmelzungstyp ist wieder infolge tiefer Abkauung nicht sicher abzunehmen. Die Krone ist verhältnismäßig schmal, die Kaufläche auffallend bandförmig, mediane Zipfel sind an allen Jochen vorne und hinten vorhanden, die Schmelzfiguren noch nicht zu Rhomben ausgeweitet; die Büchsen sind ganz enorm über die Zementbasis erhoben.

Dieser Charakter im Verein mit dem sehr groben Schmelz und dem für einen $M_{\overline{1}}$ geradezu außerordentlichen L. L. = qu. von 162 : 7 = **23**, welcher sich in der Abbildung in den bedeutenden Zementzwischenräumen äußert, spricht auffallend dafür, daß wir es mit einer Zwischenform zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* zu tun haben.

Soergel hält diese Molaren für Zwischenformen zwischen *El. meridionalis* und *El. antiquus*, weil sie — nach seinen Angaben — mit *El. meridionalis* gefunden wurden.

„In oberpliocänen Schichten Italiens kommen neben Molaren des typischen *El. meridionalis* Zähne vor, die in ihren Dimensionen und ihrer Lamellenzahl auf der Stufe des *El. meridionalis* stehen, aber in der Form der Zahnkrone, in der Gestalt der Schmelzfiguren und der Ausbildung des Schmelzes nahe Beziehungen zu *El. antiquus* Falc. zeigen.“

Leider ist die Feststellung des „Nebeneinandervorkommens“ der beiden Formen bloß ein Resultat der Ungenauigkeit, mit der Soergel Bortolotti's Arbeit studiert hat.

Wie Bortolotti (l. c. p. 86, 87 u. 88) hinter jedem der von ihm als *El. antiquus* bestimmten Zähne durch den Vermerk: „Il catalogo porta: ‚Dintorni di Perugia‘“ klar ausdrückt, stammen diese Molaren von Perugia.

Dagegen schreibt er mit nicht mißzuverstehender Deutlichkeit von den *Meridionalis*-Zähnen (l. c. p. 88):

„I due molari che ho in seguito studiato (Tav. IV Fig. 1 e 3) mancano d'indicazioni e di località, ma sono molto probabilmente provenienti dal Valdarno.“

Beim dritten *Meridionalis*-Rest (l. c. Tav. IV Fig. 4 und Tav. V Fig. 5) fehlt jegliche Fundortangabe.

Abschließend müssen wir auch hinsichtlich der „intermediären Molaren“ sagen, daß

1. die von Soergel angeführten Zähne einer Überprüfung nicht standzuhalten vermochten,

2. die — **nicht** mit *El. meridionalis* zusammen gefundenen — *Praeantiquus*-Molaren Bortolotti's geradezu

den Anforderungen entsprechen, welche wir an Zwischentypen des *El. planifrons* und *El. antiquus* stellen müssen.

Ad. C. Ich kann mich in diesem Abschnitt, welcher der Schädelfrage gewidmet ist, um so kürzer fassen, als Soergel die eingangs beleuchtete Schwenkung hinter lang geratenen Erörterungen zu verschleiern sucht und damit uns zeigt, wie tief er seine Stammeslinie gerade von der Craniologie her erschüttert fühlt.

1. Als Hauptmoment, welches im Laufe der Stammesgeschichte auf die Schädelform der Elefanten einwirkt, betrachtet Soergel das Stoßzahnwachstum — und spricht von einem Gleichgewichtszustand, welcher mit jedem Altersstadium aufgehoben und umgeschaffen wird.

Diese ontogenetischen Veränderungen überträgt er auf die Phylogenie mit dem einen Unterschied, daß im ontogenetischen Wachstum als einem kontinuierlichen der Schädel stetig, im phylogenetischen dagegen sprunghaft umgewandelt wird. Nun, so einfach ist die Sache doch nicht.

Soergel's Ausführungen, die bisher von fast allen Autoren geteilt wurden, welche diese Frage entfernt berührt haben, sind einwandfrei, soweit wir bloß die eine Gruppe des Elefanten mit getürmtem Schädelbau in Rücksicht ziehen, versagen aber, wenn wir diese mit der zweiten Gruppe mit niedrigem Cranialdom in Vergleich stellen.

Gelegentlich eines Menageriebesuches in Schönbrunn fiel mir an den vier indischen Elefanten, von welchen der jüngste am 1. Juli 1911, der nächstältere am 14. Juli 1906 geboren wurde, auf, daß die Mutter und die beiden Kälber, trotz schwacher Stoßzahnbildung, den gleichen Schädel mit dem typischen Doppelwulst an dem hohen Dom zeigten, wie der Vater, dessen Incisoren die für einen *El. indicus* ganz ansehnliche Länge von über einem Meter besitzen.

Eine daraufhin vorgenommene Überprüfung der publizierten *Indicus*-Schädel und der Cranien des Wiener Hofmuseums zeigte mir ferner, daß nur der Kopf des saugenden Kalbes rund und wenn man will niedrig ist —, daß er dagegen bei einigermaßen vorgeschrittenen Jungtieren bereits getürmt ist und sogar den bezeichnenden Doppelwulst trägt.

Dies ist schon beim vierjährigen Kalb der Fall.

Ein derartiger Schädelbau kennzeichnet also bereits *Indicus*-Individuen mit kaum sichtbaren Incisoren — auch das Schönbrunner Weibchen trägt nur Stummel. Bei stoßzahnbewährten Tieren tritt insofern eine quantitative Steigerung ein, als der Dom massiger, der Doppelwulst kräftiger wird; eine Erhöhung dagegen findet nicht statt.

Wäre die Schädelform des Elefanten nun wirklich bloß das Ergebnis eines einfachen Gleichgewichtszustandes zwischen Cra-

nium, d. h. Cranialdom und Stoßzahnwachstum, so müßten wir stets bei den Arten, welche die riesigsten Stoßzähne trugen, den am meisten getürmten Schädel antreffen.

Das ist aber nicht der Fall.

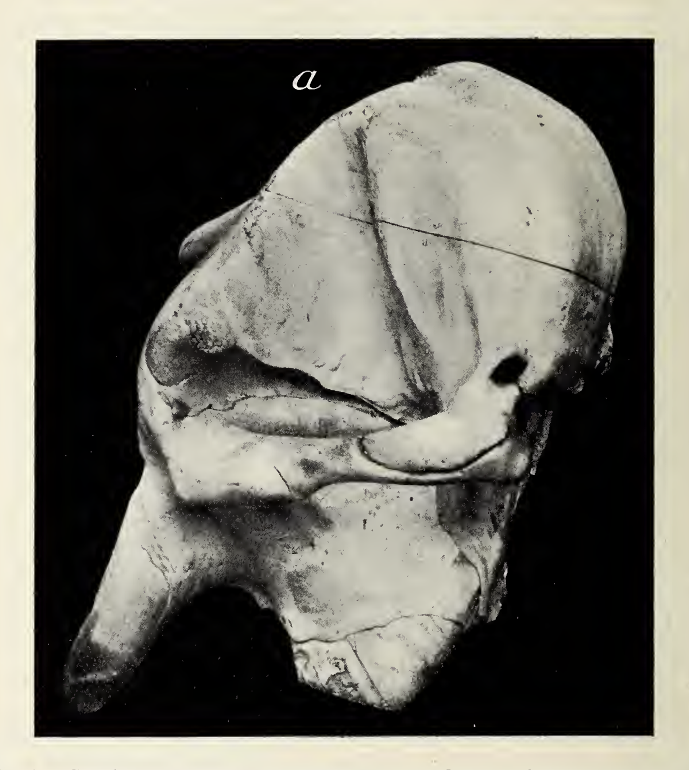


Fig. 1. Cranien des *Elephas indicus* L. (a) und *El. africanus* Blbch. (b) von der Seite, um den kurzen, gedrungenen und steil aufgehängten Schädel des ersteren im Gegensatz zum langen, gedehnten und viel flacher eingelenkten des letzteren zu kennzeichnen:

Fig. 1 a. *El.* (*Euel.*) *indicus* L. (= *maximus* L.).

Fundort: Indien, nähere Daten unbekannt.

Geschlecht: Weibchen (starkes Tier!).

Alter: Im Ober- und Unterkiefer sind die ersten 8—10 Lamellen des letzten Molaren in Kaufunktion; der vorletzte Molar ist (außer links oben) überall noch in Tätigkeit.

Das Tier befand sich von 1851 bis 1884 in Schönbrunn (k. u. k. Menagerie) und wurde 1884 in das k. k. naturhistorische Hofmuseum in Wien eingeliefert.

El. antiquus, welcher mit 5 Meter die größte Länge der Incisoren überhaupt erreicht, trägt den niedrigsten Schädel, *El. africanus*, welcher bis über 2 Meter lange, vorgestreckte Stoßzähne trägt, ist gleichfalls durch sehr niedrigen Dom ausgezeichnet.

Wir sehen also, daß die Schlußfolgerung in der Art, wie sie Soergel zieht, nicht stimmt.

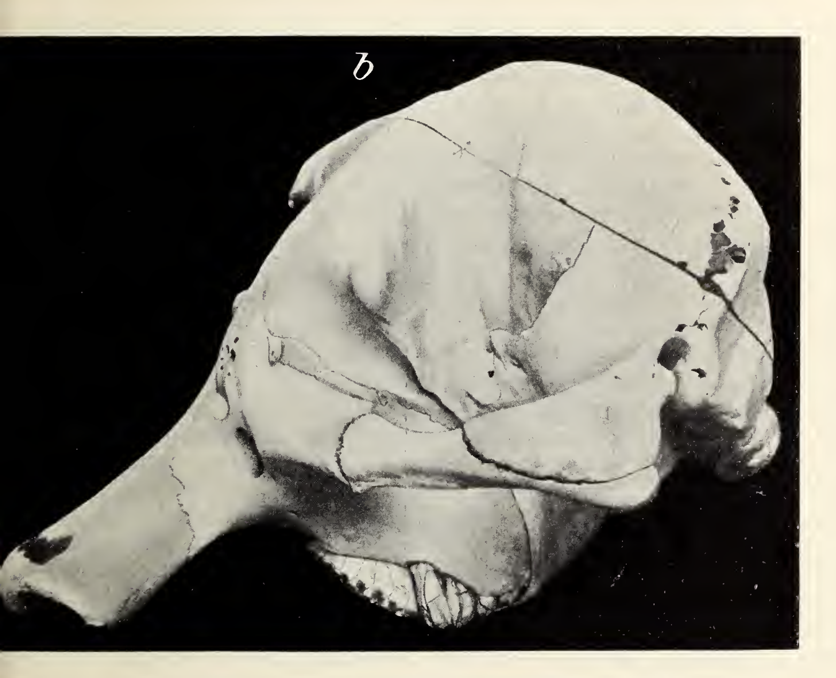


Fig. 1 b. *El.* (*Loxodon*) *africanus* Blbch. (Lokalrasse *oxyotis* Matsch.).

Fundort: Afrika, nähere Daten unbekannt.

Geschlecht: Männchen (etwas jüngeres Tier als a).

Alter: Im Ober- und Unterkiefer sind die vorletzten Molaren noch in voller Tätigkeit, die letzten eben in Kaustellung gerückt.

Das Tier befand sich 16 Jahre in Schönbrunn und mußte wegen Wildheit am 2. April 1883 getötet werden, worauf es in das k. k. naturhistorische Hofmuseum gelangte.

Beide Originale werden im Wiener Hofmuseum aufbewahrt.

Die lebenden Tiere waren gekauft worden, und zwar der *El. indicus* von Jamrach in London, der *El. africanus* von Hagenbeck.

Wiedergabe: $\frac{1}{8}$ natürl. Größe.

Begreiflich ist die unrichtige Verallgemeinerung wohl, da bei der Reihe mit erhöhtem Cranium tatsächlich die maximale Erhebung *(El. primigenius)* mit der Ausbildung mächtiger Stoßzähne zusammenfällt.

Wenn nun diese Auftürmung, welche bei dieser Reihe offenbar eine Folge der in der Größenzunahme der Stoßzähne bedingten Änderung des Gleichgewichtszustandes ist, bei den Formen mit niedrigem Dom nicht nur nicht eintritt, sondern die Entwicklung — wie der typische *El. antiquus* beweist — zu einem extrem niedrigen Cranialdom führt, und der gleiche, niedere Schädel sich auch bei *El. africanus*, einer Form, die im Stoßzahnbau dem *El. antiquus* nahesteht, findet, so müssen bei dieser Reihe wesentlich andere Momente als Ursachen am Werke gewesen sein.

Meine eben vollendeten Studien an dem außerordentlich umfangreichen Mastodontenmaterial der Wiener Sammlungen, mit drei vollständigen und altersverschiedenen Schädeln von *M. Pentelici*, hatten mich auf die bedeutende Rolle gewiesen, welche in der Ontogenie und Phylogenie der Proboscidier das Ligamentum nuchae sive teres spielt. Infolge der starken paarigen Eindrücke, welche die Ansätze dieses Ligaments am Supraoccipitale hinterlassen, sind Wandlungen in der Stärke dieses Organs an palaeotypem Material sehr klar zu verfolgen.

Es schien mir die Möglichkeit nahezuliegen, daß auch in unserem Falle das Ligamentum nuchae von großer Bedeutung sei.

Ich prüfte daher zwei ungefähr altersgleiche Schädel der beiden Arten, welche sich im Wiener Hofmuseum[1] befinden. Die Ergebnisse waren überraschend (siehe Textfig. 1 u. 2):

Wie Figur 1 sehr klar zeigt, ist die Längsachse des *Indicus*-Craniums ganz außerordentlich steil; der Schädel „hängt“ nach unten, der Winkel, den die Hauptachse des Craniums mit der des Rumpfes einschließt, nähert sich dem rechten.

Bei *El. africanus* dagegen ist dieser Winkel stumpf, der Schädel ist stark „vorgestreckt“.

Im ersten Falle ist demnach die Schädelbildung offensichtlich auf einen Gleichgewichtszustand zurückzuführen. Eine Gleichgewichtsstörung vorne und unten — starke Entwicklung der Stoßzähne — müßte eine Zunahme an Knochenmasse (und wohl vor allem an Muskelansatzstellen) oben und

[1] Ich ergreife gerne die Gelegenheit, Herrn Direktor Prof. Dr. L. v. Lorenz-Liburnau und Herrn Kustosadjunkt Dr. K. Toldt für ihr großes Entgegenkommen hinsichtlich der Demontierung des einen Skeletts und der Ermöglichung des Photographierens beider Schädel herzlichst zu danken.

hinten bedingen. Dabei herrscht die Tendenz, die Gesamtmasse des Schädels möglichst nahe dem Drehpunkt des Hebels zu bringen (siehe Textfig. 1). Es ist höchst bemerkenswert, daß das Maximum der Stoßzahnspezialisation in dieser Reihe mit Incisoren erreicht wird, welche in kreisförmiger Kurve nach unten und dann erst vorne und wieder oben streben (*El. primigenius*).

Im zweiten Falle aber war offenbar ein derartiger Gleichgewichtszustand gar nicht möglich. Der starke Zug, welchen die vorgestreckten, wenig gekrümmten Incisoren ausübten, konnte um so weniger „ausbalanciert" werden, als ja die Schädelhaltung den vorderen Hebelarm noch verlängerte. Die Stoßzahnspitzen hätten aber stets auf der Erde liegen müssen, wenn nicht Organe vorhanden gewesen wären, welche das Haupt emporhielten. Solche Organe können nur ligamentöser Natur gewesen sein, da Muskeln zu sehr der Übermüdung preisgegeben gewesen wären.

Die Überprüfung der beiden Schädel (siehe Textfig. 2) bestätigte die Tatsächlichkeit dieser Voraussetzung:

Die Höhlungen für das Ligamentum nuchae sind bei *El. africanus* (obwohl das untersuchte Tier das jüngere von beiden ist) nicht nur auffallend größer und tiefer, sondern sie liegen auch in einer mächtigen in das Supraoccipitale vertieften Rinne, welche bei *El. indicus* nur sehr schwach entwickelt erscheint.

Das Gleichgewicht am *Africanus*-Cranium — und per analogiam wohl ebenso am gleichfalls niedrigen *Antiquus*-Cranium — wurde also vornehmlich durch das Ligamentum nuchae aufrecht erhalten.

2. Ich brauche wohl nicht mehr als darauf hinzuweisen, daß „die Bewertung des Schädels für phylogenetische Erörterungen" nach diesen Darlegungen in Fragen, welche zwischen Angehörigen der hochdomigen und flachdomigen Elefanten in Schwebe sind, ganz erheblich höher ausfallen muß als die „anderer Skeletteile, insbesondere der Dentition", daß ferner eine Ableitung eines solchen niedrigen Schädels von nur einigermaßen getürmten Cranien unmöglich ist, da wir ja zwei von Grund auf verschiedene Spezialisationen vor uns haben.

3. Nach dieser grundlegenden Erörterung kann ich die einzelnen Punkte kurz erledigen. In der Diskussion der Frage, ob Tatsachen vorhanden sind, welche für eine Annäherung der oberpliocänen *antiquus*-artigen Form im Schädelbau an *El. meridionalis* sprechen, weicht Soergel geflissentlich den *Meridionalis*-Cranien, auf die ich (l. c. 1914 p. 739) nachdrücklich hingewiesen habe, aus.

Gerade sie sind ein Hindernis von wesentlicher Bedeutung für seine Deszendenzlinie (cf. Schlesinger 1914, p. 739/740, und die vorstehenden Tatsachen).

Dagegen kann die geringere Intermaxillarbreite an dem „Ganesaschädel" des *El. antiquus* von Mauer infolge der Gleichheit dieses Merkmals bei *El. planifrons* und *El. meridionalis* wohl nicht stichhaltig sein.



Fig. 2 a. Das *Indicus*-Cranium aus Fig. 1 a, von hinten gesehen.

4. Die Frage nach dem Verhältnis des Schädels der *antiquus*-artigen Form des Oberpliocän zu dem des *El. planifrons* hat Soergel selbst schon durchaus in meinem Sinne erörtert. Daß die Ursachen dieses Ergebnisses für mich andere sind als für Soergel, ändert nichts an seiner Tatsächlichkeit.

5. Mit diesem Punkt, welcher die Artberechtigung des *Praeantiquus* und seine Sonderstellung gegenüber *El. meridionalis* bestreiten soll, hat Soergel bereits voll die eingangs beleuchtete Schwenkung durchgeführt.

Er spricht hier bereits von „*Planifrons*-Nachkommen"

und „oberpliocänen Nachkommen des *El. planifrons*“ und erklärt diese als die Ahnen seines *Praeantiquus*.

Wie aus meinen Ausführungen auf p. 150 u. 165 (l. c. 1912) und p. 740 (l. c. 1914) hervorgeht, habe ich stets die Meinung vertreten, daß die Wanderform des *El. planifrons*, welche ich in Niederösterreich, Rußland und auch im Val d'Arno nachweisen konnte, sowohl dem Süd- wie dem Urelefanten den Ursprung gegeben hat.

6. „Was ergibt sich aus dem diskutierten Tatsachenmaterial für die Gültigkeit der direkten Deszendenz *El. planifrons* — *El. antiquus?*“

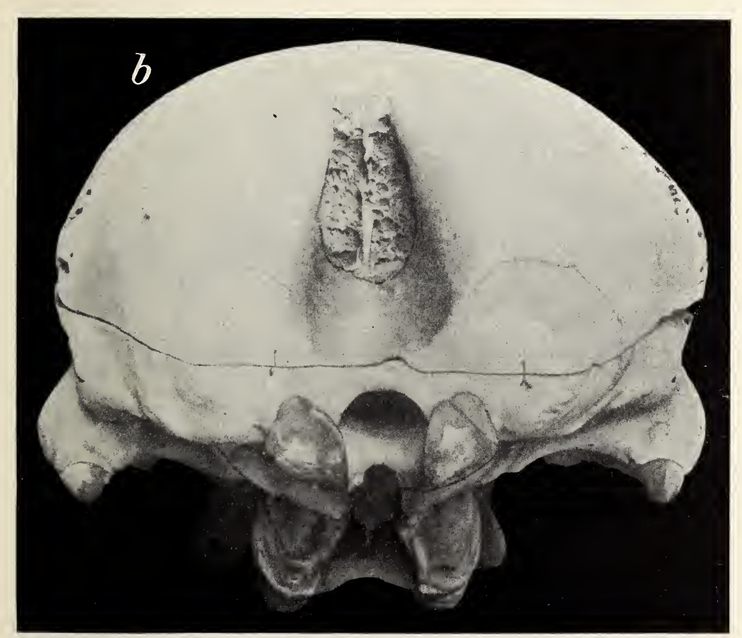


Fig. 2 b. Das *Africanus*-Cranium aus Fig. 1 b, von hinten gesehen.

a) Die Schädelfrage, deren überragende Wichtigkeit — im Gegensatz zu Soergel's Versuchen, sie als untergeordnet zu kennzeichnen — wir gerade für die Stammesgeschichte des *El. antiquus* erweisen konnten, spricht ebenso klar gegen die Herkunft von *El. meridionalis* wie für die von *El. planifrons*.

b) Die Molaren des *El. planifrons* zeigen nicht nur eine weit größere Variabilität gegen *El. antiquus* hin als die des Südelefanten, es treten sogar Typen auf, die geradezu als überleitend angesehen werden können. Demgegenüber ist die Variabilität des *El. meridionalis* viel eindeutiger.

Diese Tatsachen gelten sowohl vom Verschmelzungstyp, dem einzigen stichhaltigen Spezialisationsmerkmal, wie auch von den Variationsmerkmalen, insbesondere der sehr charakteristischen Ausbildung von Medianzipfeln und rhombischen Schmelzfiguren.

c) Die mangelhaften Grundlagen, auf welchen die „intermediären Molaren“ zwischen *El. antiquus* und *El. trongontherii* ruhen, und die vielen Beziehungen der oberpliocänen *Praeantiquus*-Zähne aus Perugia, welche nicht, wie SOERGEL irrtümlich angibt, mit Zähnen des *El. meridionalis* gefunden wurden, zu *El. planifrons* reihen sich gleichsinnig den vorgenannten Tatsachen an.

7. SOERGEL hat sich bezüglich der Trennung der *Antiquus*- und der *Meridionalis-Trogontherii*-Reihe im Grunde meiner Auffassung fast angeschlossen. Er sucht in Wanderformen den Ahnen für beide Reihen und bezieht in sie die Funde aus „Ferladani, Stauropol und Kouialnik“ ein, von welchen der erste sich auch unter meinen *Planifrons*-Typen findet.

Doch erklärt er diese Annäherung nicht offen, sondern sucht durch eine allmähliche Schwenkung die Grenzen zwischen seinen Standpunkten von 1912 und 1915 zu verwischen und die Streitfrage auf das Gebiet des wissenschaftlichen Taktes in der Artbestimmung zuzuspitzen.

In Wahrheit bleibt nach wie vor in unseren Ansichten eine tiefe Kluft:

Wie meine Darlegungen gezeigt haben, geht *El. antiquus* sowohl im Schädel- wie im Molarenbau auf einen Ahnen zurück, welcher sich ebensoweit von *El. meridionalis* entfernt, als er sich *El. planifrons* nähert.

Wien, im Juni 1915.

Nachtrag.

Infolge nicht mehr möglicher Berücksichtigung meiner zweiten Korrektur in No. 2 dieses Centralbl. sind folgende Nachträge nötig:

1. Zu p. 33, Fußnote: Die im 3. Absatz dieser Fußnote erwähnte Arbeit erscheint im vollen Umfang unter dem Titel: „Meine Antwort in der *Planifrons*-Frage. II. Die niederösterreichischen *Planifrons*-Molaren“ im Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1916, gekürzt in der „Paläontolog. Zeitschr.“ Berlin 1916, unter dem Titel „Die *Planifrons*-Molaren von Dobermannsdorf und Laaerberg“.

2. Zu p. 45: Im 4. Absatz von oben hat es statt „Eine Entwicklungserscheinung“ zu heißen: Eine ursprüngliche Entwicklungserscheinung . . . .

3. Zu p. 45, 9. Zeile von unten: Bezüglich der irrtümlichen Auffassung SOERGEL's, daß schwache Mittelpfeiler ursprünglich sind, vergl. meine beiden in diesem Nachtrage zitierten Arbeiten.

Zur Auffassung der Tektonik des Altpaläozoicums in Mittelböhmen.

Von Dr. **Ernst Nowak.**

In dies. Centralbl. 1915. No. 15 äußert sich Herr Reg.-Rat Katzer zu meinem in No. 10 erschienenen Aufsatz: „Neue Anschauungen über die Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums". Danach hält Katzer im wesentlichen an seiner Auffassung, das mittelböhmische Altpaläozoicum stelle eine durch senkrechte Brüche zerstückelte Grabenversenkung dar, fest, während ich auf Grund der neuesten Untersuchungen im Terrain darzulegen gesucht habe, daß senkrechte Brüche im altpaläozoischen Gebirge Mittelböhmens nur eine sekundäre, ganz untergeordnete Rolle spielen und das Bewegungsbild ganz von Isoklinalfalten und Überschiebungen beherrscht ist.

Ich kann vorläufig meinen seinerzeitigen Ausführungen nichts weiter hinzufügen. Doch bin ich gezwungen, auf jene Stelle (p. 307) meines zitierten Aufsatzes zurückzukommen, die Herr Katzer als „nicht verständlich" bezeichnet.

Katzer gründet seine (hauptsächlich in seiner „Geologie von Böhmen") niedergelegte Anschauung vor allem auf die Untersuchungen Krejčí's, dessen Profile er auch an zahlreichen Stellen wiedergibt. Nach Krejčí nun erscheinen längs den von ihm angenommenen Brüchen die inneren Gebirgsteile gegenüber den äußeren gehoben; dies verträgt sich nun — aus prinzipiellen Gründen — nicht mit dem Bild eines staffelförmig eingebrochenen Grabens. Wie Herr Katzer selbst jetzt in seiner Notiz bemerkt, spricht „die nach Ost weit ausgreifende Verbreitung des Untersilurs für die Absenkung der inneren Schollenteile als umgekehrt". Es liegt hier also offensichtlich eine Unstimmigkeit zwischen der von Katzer vorgetragenen Auffassung vor und den Quellen, auf die er sich stützt.

Der Anschauung, daß das altpaläozoische Gebirge Mittelböhmens eine relativ tiefliegende Scholle darstellt, habe ich in meinem Aufsatz mehrmals Ausdruck gegeben. Ob man in diesem Falle aber von einer Grabenversenkung sprechen kann, diese Frage läßt sich m. E. heute noch nicht mit Sicherheit entscheiden.

Im Feld, 14. September 1915.

Besprechungen.

Collier Cobb: Pocket Dictionary of Common Rocks and Rock Minerals. Zweite Auflage. 1915. 59 p. Department of Geology, University of North Carolina, Chapel Hill, N. C.

Dies ist ein kleines Taschennachschlagebuch und enthält kurze, aber meistens genügende Definitionen und Erklärungen der wich-

tigsten, in der Geologie und Mineralogie vorkommenden Benennungen und Bezeichnungen, sowie auch verschiedene Tabellen der Gesteine und der geologischen Formationen. Das Büchlein ist hauptsächlich für Anfänger in der Geologie bestimmt, und für solche scheint es sehr brauchbar zu sein. **E. H. Kraus.**

J. Volney Lewis: Determinative Mineralogy with Tables for the Determination of Minerals by Means of their Chemical and Physical Characters. Zweite Auflage. New York bei John Wiley and Sons. 1915. VIII + 155 p. Mit 68 Figuren im Text.

Vor drei Jahren erschien die erste Auflage dieses für die Bestimmung der Mineralien mittels der chemischen Eigenschaften sehr bequemen Buches und wurde seinerzeit besprochen (dies. Centralbl. 1913. p. 320). Der Text der ersten Auflage ist in der neuen im allgemeinen beibehalten worden. Verf. hat jedoch, wo nötig, Korrekturen und Revisionen gemacht, auch einige Tabellen über spezifisches Gewicht und Zusammensetzung und mehrere chemische Reaktionen zugefügt. Alle diese Verbesserungen haben die Brauchbarkeit des Buches bedeutend erhöht.

E. H. Kraus.

Louis V. Pirsson and Charles Schuchert: A Text-Book of Geology for use in Universities, Colleges, Schools of Science etc., and for the General Reader. Part I, Physical Geology, by Louis V. Pirsson; Part II, Historical Geology, by Charles Schuchert. New York bei John Wiley and Sons. 1915. XII + 1051 p. Mit 535 Figuren im Text und einer farbigen geologischen Karte von Nordamerika.

Dieses mehr als 1000 Seiten umfassende Lehrbuch behandelt die Geologie von dem heutigen Standpunkte und zerfällt, wie oben angegeben, in zwei Teile. Der erste Teil umfaßt 404 Seiten, während dem zweiten Teil über 600 Seiten gewidmet werden. Dieses große Material ist durchaus in klarer Weise behandelt und mit vielen ausgezeichneten photographischen Reproduktionen und Zeichnungen gut illustriert. Eine knappe Zusammenfassung der planetesimalen Theorie der Weltentstehung von Chamberlin und Moulton wird in Kapitel XXV von Herrn Prof. Joseph Barrell gegeben, welche vielen Geologen unzweifelhaft sehr willkommen sein wird. Die Verf., welche Professoren an der Yale University sind, widmen das Buch in sehr geeigneter Weise der Erinnerung an James Dwight Dana, der so viele Jahre lang als Geolog, Naturforscher und Professor auch an der Yale University beschäftigt war. Dieses so sehr gut ausgestattete Buch wird schnell zahlreiche Freunde finden. **E. H. Kraus.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Einfache Schiebungen am Hausmannit und dessen optische Eigenschaften.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Mit 5 Textfiguren.

Zwillingslamellierung nach (101) am Hausmannit ist meines Wissens bisher nur durch FLINK[1] von Långban erwähnt; sie ist aber anscheinend sehr häufig, wenigstens an den mir vorliegenden Vorkommen von Gr. Louise bei Greimeroth (Kr. Saarburg), Ilfeld, Öhrenstock und vom Aosta-Tal, zu sehen. Mit Ausnahme derer vom Öhrenstock zeigen alle diese Kristalle nur (111), und es ist an ihnen nur festzustellen, daß auch ihre Lamellen von (111) begrenzt sind. An den Kristallen vom Öhrenstock tritt aber auch (113) auf, und da hier schon eine flüchtige Beobachtung erkennen läßt, daß die Lamellen auf dieser Fläche keineswegs von (113) begrenzt sind, lag der Verdacht vor, daß sie durch einfache Schiebung entstanden sein könnten. Wegen der Begrenzung auf (111) müßte dann, $K_1 = \{101\}$ gesetzt, $K_2 = \{\bar{1}01\}$ (oder $\sigma_2 = [101]$) sein. Es würde dann eine Fläche $\{hkl\}$ übergehen in $\{l\bar{k}h\}$, also:

$\bar{1}01$ in	$10\bar{1}$	113 in	$3\bar{1}1$
011	$1\bar{1}0$	$1\bar{1}3$	311
001	100	$\bar{1}13$	$3\bar{1}\bar{1}$
111	$1\bar{1}1$	$\bar{1}\bar{1}3$	$31\bar{1}$
$\bar{1}11$	$\bar{1}11$		

Die Begrenzung der Lamellen auf $\{113\}$ und auf Spalt- und Absonderungsflächen nach $\{001\}$ und $\{101\}$ erwies sich mit dieser Annahme tatsächlich in Einklang, wie folgende Winkel erkennen lassen (die verschobenen Flächenteile sind durch vorgesetztes α gekennzeichnet):

---

[1] FLINK, Bih. Vet. Ak. Handl. **13**. No. 7. p. 41. 1888, und **16**. No. 4. p. 13. 1891.

	gem.	ber.[1]
$\{111\} : \alpha\{111\} = \{1\bar{1}1\}$	13° 14′	13° 16′
$\{113\} : \alpha\{113\} = \{3\bar{1}\bar{1}\}$	3 36[2]	3 44
	4 27	—
$\{\bar{1}13\} : \alpha\{\bar{1}13\} = \{3\bar{1}\bar{1}\}$	12 13	12 48
	12 36	—
$\{\bar{1}01\} : \alpha\{\bar{1}01\} = \{10\bar{1}\}$	17 35 ca.	16 40
$\{001\} : \alpha\{001\} = \{100\}$	9 ca.	8 20

Die Messungen an $\{001\}$ beziehen sich auf eine verschobene Spaltfläche, die an $\{\bar{1}01\}$ auf eine verschobene Absonderungsfläche;

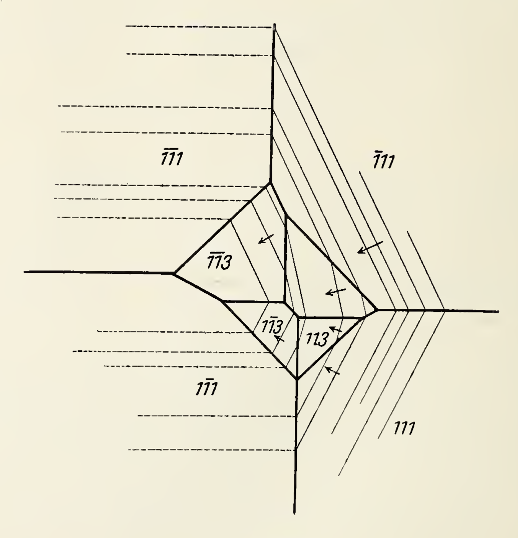


Fig. 1.

beide waren stark streifig durch zahllose Lamellen. Der Sinn der Neigung zwischen ursprünglicher und verschobener Fläche war überall der geforderte.

Fig. 1 zeigt in grader Projektion auf $\{001\}$ den Verlauf und den Sinn der Neigung der Lamellen zur Hauptfläche, wobei der

[1] Meine Messungen zeigen, auch nach möglichster Abblendung unebener Flächenteile, erhebliche Abweichungen von Haidinger's Werten, stimmen dagegen für einen Teil der Reflexe auf (111) recht gut mit denen von Flink (l. c.); andere lichtstarke Reflexe von (111) weichen allerdings auch von Flink's Werten erheblich ab, zugleich noch stärker von Haidinger's. Die Reflexe von (113) waren im allgemeinen einfacher als jene von (111), aber auch nicht ganz befriedigend. Für die Rechnung ist Flink's Wert $\dot{c} = 1{,}1573$ zugrunde gelegt.

[2] Schimmermessung.

Pfeil das Einfallen der Grenzfläche der Lamellen nach unten anzeigt, wenn die Hauptfläche horizontal, mit der Außenseite nach oben, gekehrt gedacht wird. Es sind der Übersichtlichkeit halber nur wenige Lamellen und parallel nur einer Fläche (101), nämlich // $\{0\bar{1}1\}$ gezeichnet, in Wirklichkeit verlaufen sie nach allen Flächen (101) gleichzeitig.

Die Form (311) ist an Kristallen vom Öhrenstock (wie überhaupt am Hausmannit) nicht beobachtet, ihre Entstehung durch einfache Schiebung aus (113) hier demnach höchst wahrscheinlich. Einfache Schiebungen der geforderten Art, nämlich mit zwei gleichwertigen Kreisschnittsebenen, waren bisher an tetragonalen Kristallen nicht bekannt.

Die Lamellen auf (111) lassen aber an den Kristallen vom Öhrenstock vielfach auch eine Begrenzung erkennen, die durch einfache Schiebung nicht entstanden sein kann, sondern, sekundäre Entstehung vorausgesetzt, nur auf Fortwachsung beruhen kann. Es sind nämlich Teile der Lamellen zu verzerrten Pyramiden der Form (111) ausgewachsen (Fig. 2), indem sie nach ihrer zur Hauptfläche $\{111\}$ symmetrischen Fläche $\{\underline{111}\}$ taflig ausgedehnt und einerseits von $\{\underline{1\bar{1}1}\}$ begrenzt sind, andererseits entweder von $\{\underline{\bar{1}11}\}$ (Fig. 2, bei a), oder von einer Verzerrungskante zu $\{\underline{\bar{1}\bar{1}1}\}$ (bei b). Diese herausgewachsenen Teile zeigen nun außerdem noch wieder Zwillingsstreifungen nach anderen Flächen (101).

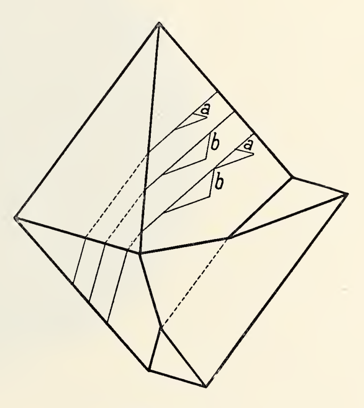


Fig. 2.

Die jetzt ziemlich frei aufgewachsenen Kristalle vom Öhrenstock mußten, um einer Pressung zugänglich zu werden, früher offenbar in eine nachgiebige Masse eingebettet sein; das ist wahrscheinlich eine Art Wad[1] gewesen, von dem noch jetzt hie und da Klümpchen zu sehen sind. Dieses dürfte auch das Material für die Fortwachsung der Lamellen geliefert haben. Die Zwillingsstreifung auf den Fortwachsungen bezeugt dann, daß die Pressung sich wiederholt hat.

Es gelang, die einfache Schiebung auch durch den Versuch zu bestätigen; sie tritt bei Druck parallel einer Polkante von (111) in der Richtung von der Rand- zur Polecke ziemlich leicht ein und erfolgt in der Tat wie angenommen.

[1] Oder Manganocalcit, aus dem das Wad hervorgegangen.

Die entstehenden Lamellen sind z. T. äußerst fein, der Kristall erscheint an den gepreßten Stellen windschief verbogen und mit seidigem Schimmer auf diesen Teilen. Bei entgegengesetzter Druckrichtung und z. T. auch „von selbst" (d. h. infolge von Spannungen) verschwindet zuweilen der seidige Schimmer wieder, und die gepreßte Stelle wird wieder ebenflächig.

Daß nicht bloße Translation erfolgt, ergibt sich einmal aus der Lage der Reflexe breiterer Lamellen, ferner aus der optischen Orientierung verschobener Teile.

Der Hausmannit wird in dünnen Schliffen tief braunrot, in den feinen Fasern, die, von $\{101\}$, $\{10\bar{1}\}$ und $\{\bar{1}01\}$ begrenzt, von



Fig. 3 [parallel (001)].

verschobenen Absonderungsflächen nach (101) losbröckeln, hellgelb durchsichtig; letztere löschen parallel der Längsrichtung aus und zeigen keinen merklichen Pleochroismus. Die Färbung vertieft sich schnell beim Erhitzen, so daß auch feinste Fasern schon vor Erreichung der Rotglut undurchsichtig werden. In Schnitten // (001) erkennt man optische Einachsigkeit, kräftige negative Doppelbrechung, Zwillingslamellen leuchten hell auf, verwerfen sich vielfach; das Aussehen ist nicht unähnlich dem von Rutil (in dickeren Schliffen), zumal die Spaltrisse ähnlich verlaufen (Fig. 3, parallel (001), Fig. 4, beliebig).

Die Spaltung ist // (001) zwar deutlich, aber die Spaltflächen stets uneben und muschlig; im Dünnschliff // (001) bemerkt man auch Spaltrisse diagonal zu den Lamellen, vermutlich // (111); die Absonderungsflächen nach den Gleitebenen sind sehr eben und

machen sich als Parkettierung bei lamellenreichen Kristallen auf (001) mehr als die Spaltung // (111) bemerklich.

Durch starkes Glühen entstehen keine Lamellen, auch nicht beim Abschrecken; beim Erhitzen in der Gebläseflamme erhalten die Kristalle einen rötlichbraunen Überzug, und die der Flamme selbst zugekehrten Teile runden sich etwas an den Kanten und bedecken sich mit einer etwas runzeligen, anscheinend durch oberflächliche Schmelzung entstandenen Haut, welche sich abheben läßt. Sie ist rötlichbraun bis rötlichgelb durchsichtig und läßt trotz ihrer wenig glatten Oberflächen und infolgedessen von Stelle zu Stelle wechselnden Interferenzfarbe u. d. M. erkennen, daß sie aus einem Aggregat stark doppelbrechender Kristalle mit zahllosen

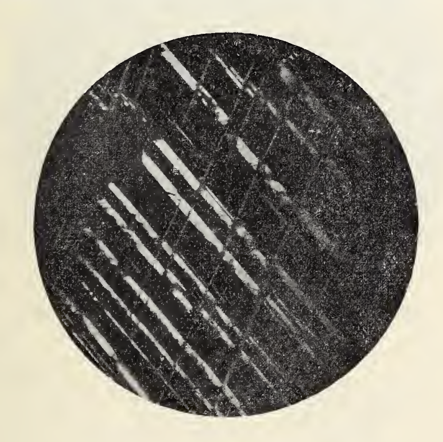


Fig. 4 (beliebig).

sich durchkreuzenden Zwillingslamellen besteht, welche z. T. (vielleicht erst beim Ablösen oder beim Einbetten) auch stark verbogen sind (Fig. 5). Auch diese feinen Häutchen werden wie der Hausmannit schon bei schwachem Erhitzen völlig undurchsichtig.

Da Mn_3O_4 beim Erhitzen zwischen 940 bis 1300° unveränderlich ist[1], weder Sauerstoff abgibt noch aufnimmt, können diese feinen Häutchen kaum etwas anderes sein als aus Schmelzfluß kristallisierter Hausmannit. Daß sie nicht Mn_2O_3 sind, das während der Erkaltung unterhalb 940° entstanden sein könnte, wird dadurch wahrscheinlich, daß wenigstens das natürliche Mn_2O_3, der Braunit[2], andere Eigenschaften zeigt. Er wird zwar in feinen Splittern kantendurchscheinend, aber viel schwieriger und

---

[1] Miolati in Abegg's Handb. d. anorg. Ch. IV, 2. p. 800 1913.

[2] Ob der Braunit mit reinem Mn_2O_3 vergleichbar ist, erscheint nach seinem erheblichen Gehalt an SiO_2 allerdings etwas zweifelhaft.

tiefer braun als der Hausmannit; dabei ist seine Doppelbrechung viel schwächer, so daß sich die noch durchsichtigen Teilchen zwischen gekreuzten Nicols nur wenig aufhellen, auch fehlt ihm die Zwillingslamellierung.

Nach älteren Angaben, deren Richtigkeit aber von Gorgeu bestritten wird (vergl. Lit. bei Abegg l. c.) ist Mn_3O_4 wiederholt auch in regulären Oktaedern dargestellt; es könnten also die hier



Fig. 5.

erhaltenen stark verzwillingten Schmelzhäutchen vielleicht durch Zerfall von aus Schmelzfluß entstandenen, zunächst regulären Kristallen gebildet sein. Dann müßte aber die Umwandlungstemperatur sehr hoch, nämlich dicht unter dem Schmelzpunkt liegen, denn das Innere der von Schmelzhäutchen überzogenen Kristalle zeigt noch die ursprüngliche Beschaffenheit des Hausmannits, nämlich keinen Zwillingsbau, wenn der erhitzte Kristall einfach war; auch tritt auf angeschliffenen und polierten Flächen nach starkem Erhitzen vor dem Gebläse keine Zwillingsstreifung auf.

Die neun Endmoränen Nordwestdeutschlands.

Von **E. Geinitz**, Rostock.

Mit 1 Kartenskizze.

Bei der Arbeit, den Gesamtverlauf der sogenannten mecklenburgischen südlichen Außenmoräne festzulegen, gelangte ich zu mehreren allgemein interessanten Resultaten, die ich hier mitteilen

möchte. Die ausführliche Arbeit wird in den Mitteilungen der meckl. geol. Landesanst. erscheinen.

I. Zwischen dem Allertal und Rügen verlaufen nacheinander, oft mit einer bis in die Einzelheiten gehenden Parallelität, neun Endmoränenzüge, nach den benachbarten Orten wie folgt bezeichnet:



1. Südlicher Zug der Lüneburger Heide: oberer Drawehn—Eschede—Soltau.
2. Perleberg—Wendisch-Warnow—Hitzacker—Ebstorf—Harburg—Blankenese.
3. Ruhner Berge—Parchim—Ludwigslust—Hagenow—Vellahn—Granzin—Lauenburg—Ahrensburg.
4. Fürstenberg—Schwerin—Mölln (südl. meckl. Hauptendmoräne).
5. Feldberg—Bäbelin—Kalkhorst (meckl. nördl. Hauptendmoräne).
6. Bröhmer Berge—Demmin—Tessin—Kühlung.

7. Jahnkendorf—Wulfshagen—Rostock.
8. Velgast—Barth—Fischland.
9. Rügen.

Zuweilen sind die Endmoränenzüge breitere Streifen, Grenzstreifen, nicht einzelne Kämme, Grenzlinien. Eine scheinbare Verdoppelung von Bogenteilen ist durch Hintereinanderfolge oder oszillierendes Vorstoßen kleinerer Einzelloben bei unregelmäßigem Rückzug zu erklären.

Dazwischen mögen z. T. noch undeutliche Staffeln untergeordneter Bedeutung vorkommen.

Die Züge entsprechen dem staffelförmigen Rückzug des Landeises; sie bilden sämtlich nur hintereinanderfolgende Absätze aus der einheitlichen Rückzugsperiode. Die überraschende Regelmäßigkeit ihrer Aufeinanderfolge entspricht einem rhythmischen Rückzug. Die Wiederholung gleicher Bogenanschlüsse in den einzelnen Staffeln, die Fortsetzung gleichgerichteter Wallbergzüge und Radialtäler, die Benutzung der alten Wasserwege auch in den jüngeren Stadien, deuten auf eine auch in ihren Details (wie Längsspalten u. a.) bis weit rückwärts reichende Einheitlichkeit der Eismassen, d. h. gleichmäßige Zusammensetzung aus den Einzelströmen.

Wenn wir bei der baltischen Endmoräne Norddeutschlands einen Weichsel-, Oder- und holsteinschen Lobus unterscheiden, so gehört unser Gebiet zu den Anteilen der beiden letzteren; die auffallende Ausbuchtung nach Norden der beiden mecklenburgischen Hauptendmoränen, welche die Mulden von Warin und Crivitz einschließen (s. Endmoränenkarte von 1894), ist verursacht durch das Zusammentreffen der Ränder des Oder- und holsteinschen Lobus.

1. Der erste Zug ist in der Lüneburger Heide zwischen Soltau und Celle, vom oberen Drawehn über Eschede einen Bogen bildend, in lückenlosem Verlauf noch nicht genau festgelegt, durch Erosion (und vermutlich auch gleich zu Anfang) stark unterbrochen. Ich vermute, daß die Erhebungen von Stade—Neuhaus seine nördliche Bogenfortsetzung bilden und daß diese, ebenso wie die der nächsten Staffel, auch noch weiter in Schleswig—Jütland nachzuweisen sind. Vom Drawehn folgt eine starke Umbiegung nach SO über Gardelegen auf Neuhaldensleben. Ob die Endmoränen von Burg—Fläming in seine Fortsetzung gehören, oder die linkselbischen, ist noch unbestimmt.

2. Der folgende Zug setzt sich aus mehreren Einzelbogen zusammen: Perleberg—Wendisch-Warnow, von da nach Bök und Gorlossen, hier Unterbrechung durch das Elde- und Elbtal, vielleicht Rest in Wendisch-Wehningen; Fortsetzung jenseits der Elbe bei Hitzacker, mit anschließendem Lüneburger Bogen (unterer Drawehn—Bevensen—Ebstorf), nach Norden umbiegend auf Harburg

und über die Elbe nach Blankenese. Innerer Parallelzug Vastorf—Ebstorf, scheinbar isoliert Wilseder Berg. Der Perleberger Zug dürfte sich alsbald etwa südlich von Pritzwalk in weitem Bogen nach SO umlenken, um den Anschluß an die Endmoränen entweder des Fläming oder der Gegend südlich Berlin zu erreichen.

3. Die sog. meckl. südliche Außenmoräne, z. T. in mehreren zu breiten Streifen angeordneten Einzelrücken, mehrfach unterbrochen, mit den Bogenteilen Ruhner Berge—Sonnenberg—(Ludwigslust)—Picher, Hagenow—Granzin und weiter Boizenburg—Lauenburg—Geesthacht. Der Zug der Ruhner Berge läßt sich nach Osten verfolgen in die Prignitz und dürfte zwischen Wittstock und Pritzwalk mit südlicher Umbiegung auf die Gegend von Berlin (oder Sperenberg?) führen.

4. Die südliche meckl. Hauptendmoräne ist in ihrem Verlauf bekannt. Am südöstlichen Ende Anschluß an den Granseer Bogen, der weiter nach SO weist, im westlichen Teil beim Schaalsee nach Gagel in drei Staffeln aufgelöst. Die Fortsetzung ergibt sich nach Struck über Oldesloe nach dem Plöner See, weitere Umbiegung nach Preetz und südlich von Kiel.

5. Die nördliche meckl. Hauptendmoräne mit Anschluß des uckermärkischen Zuges, der nach dem Oderknie bei Oderberg führt. In Holstein die nördliche Umbiegung zeigend und dabei ebenso wie der vorige in mehrere parallele Einzelstaffeln zerlegt. Die Leitlinie möchte ich von Travemünde nach Neustadt—Lütjenburg annehmen.

Im Westen rücken beide Züge näher aneinander und bestehen aus vielen Einzelstaffeln. Besonders der Kieler Lobus zeigt auf Struck's Karte eine Menge derselben. Diese Erscheinung läßt sich leicht verstehen: Im Scheitel der großen Lübecker Bucht hat das Eis eine lange Stillstandszeit gehabt, dort konnten vielfache Schwankungen innerhalb dieser Zeit diese zahlreichen Moränenzüge bilden.

Der deutlich markierte Anschluß der beiden großen Bogenteile, Oder- und holsteinscher Lobus, in den beiden mecklenburgischen Hauptendmoränen (östlich von Wismar und von Schwerin) ist auch auf den älteren Staffeln deutlich zu erkennen: die Scheitelpunkte sind Sonnenberg und Wendisch-Warnow; bei der ersten Staffel liegt er wohl am oberen Drawehn.

6. Die nördliche meckl. Außenmoräne steht nach SO mit Penkun in Verbindung, nach NW verläuft sie etwa mit dem pommerschen Grenztal (Tollense, Trebel, Recknitz), aber nicht geradlinig wie dieses, sondern in Einzelbogen nach Süden ausweichend, bis in die Gegend von Gnoien. Die bisher bekannten Einzelloben sind Seltz—Welzin und Deven—Dargun—Methling. Nördlich Gnoien legt sich nach Westen der Bogen über Lühburg nach Vilz—Tessin, daran ein weiterer über Kätwin—Lantow, Wen-

dorf—Dolgen—Schwaan—Bröbberow, von da längs des marginalen Beketales nach NW aufsteigend. (In Schwaan ist die Endmoräne infolge des damaligen „Schwaaner Beckens" und anschließenden „Warnow-Zungenbeckens" nicht ausgebildet.) Im Hütter Wohld bei Parkentin—Ivendorf erfolgt die Abbiegung nach WNW zu den Bergen der Kühlung. Ob von deren Ende in Bastorf eine neue Rückbiegung, analog dem Verhalten der nördlichen Hauptmoräne bei Bäbelin, vorliegt, ist nicht ganz sicher; die Linie würde über Altgaarz—Boiendorf zum Langen Werder bei Pöel führen und die „Neubukower Mulde" begrenzen.

7. Elbert's „mittlere Randmoräne", aus der Gegend von Greifswald nach Ribnitz verlaufend, setzt sich in Mecklenburg fort als ein südwestlich auf Rostock streichender Zug Jahnkendorf—Kloster Wulfshagen—Fienstorf—?Bartelsdorf—Gehlsdorf und würde in nördlich aufsteigender Linie das Unterwarnowtal bis vor den Breitling verfolgen, um von da zur Stoltera bei Warnemünde zu gehen. Nebenzüge sind Volkenshagen—Kussewitz und ?Kösterbeck—Ikendorf.

8. Elbert's nördliche Randmoräne in Pommern, mit dem charakteristischen Bogenteil Velgast—Barth, zieht sich vielleicht über das hohe Ufer vom Fischland. Ihr Sandur ist die „Rostocker Heide" mit dem Torflager. Die Verbindung mit den auf Laaland und Falster nachgewiesenen Endmoränen, von denen vier hintereinanderliegende NW-Bogen beschreiben und eine auf Falster ausgesprochen N—S-Bogenverlauf hat und auf das Gjedser Riff streicht, will ich noch nicht konstruieren. Der nach N aufsteigende Bogen dürfte wiederum der Vereinigung von Oder- und holsteinschem Lobus entsprechen.

9. In gleicher Folge erscheint endlich noch auf Möen und Rügen ein Endmoränenstück.

Die Abstände der einzelnen Endmoränen sind hier:

zwischen 1 und 2	40 km
„ 2 „ 3	20—35
„ 3 „ 4	17
„ 4 „ 5	30
„ 5 „ 6	40—21
„ 6 „ 7	12—15
„ 7 „ 8	13—19
„ 8 „ 9	30

II. Über die Alterszugehörigkeit der beiden älteren Moränen gehen die Ansichten auseinander. Gern betrachtet man die südlich gelegenen als einer früheren Eiszeit angehörig. Stoller gibt aber für einen Teil des Lüneburger Bogens das jüngere Alter zu. Wenn er sie nun aber als Bildungen eines jungdiluvialen Eisvorstoßes bezeichnet, so liegen dafür nur theoretische und

aus der Kartierung übernommene Gründe vor, denen ich bekanntlich nicht zustimme. (Die Grenze der Ausdehnung der sog. oberen Grundmoräne hat sich in unserer Literatur nach und nach immer weiter nach Süden verschoben.)

Der Ausdruck „Stillstandslage“, „Rückzugsstaffel“ erweckt leicht die Vorstellung, daß das Eis an jenen Stellen zu der betreffenden Zeit dauernd völlig still gelegen haben müsse, ohne Bewegung; es ist aber sehr wahrscheinlich, daß vielfach die „Stillstandslage“ eben nur durch das Gleichgewicht zwischen Eiszufuhr (also in Bewegung) und Abschmelzen beruhte, während an anderen Stellen resp. zu anderen Zeiten in der Tat auch die Zufuhr und damit Bewegung des Eises ruhte, das Eis als tote Masse dem Schmelzen und Schwund ausgesetzt war. Das erklärt auch die sehr verschiedenen Typen von Endmoränenbildung. Dort, wo die Endmoränen lokal fehlen, sind sie entweder später durch Erosion zerstört oder unkenntlich oder überhaupt gar nicht entwickelt. Das Fehlen derselben auf manchen Strecken erklärt sich in einigen Fällen auch durch das schirmartige Abfangen des Gletscherschuttes durch einen benachbarten Lobusflügel.

Ein und derselbe Zug hat häufig sehr wechselnde Höhenlagen. Ob die z. T. sehr beträchtlichen Erhebungen, auf denen die Endmoräne aufsitzt, schon zur Zeit des Vorrückens bestanden haben oder erst Folge von Stauchungen oder in glazialer Zeit stattgefundenen Krustenbewegungen sind, ist im Einzelfall oft unsicher. Einige derselben mögen, wenigstens in der Anlage, bereits bestanden haben. Stauchungen, bis zur Schollenbildung, sind mehrfach beobachtet, glaziale Dislokationen z. B. an der Stoltera wahrscheinlich. Daß während einer gewissen Zeit der mecklenburgischen Stillstandslagen eine teilweise Senkung eintrat (mit derjenigen von Mittelschweden ungefähr gleich alt), suchte ich an den umgekehrten Abflußsystemen der nordöstlichen mecklenburgischen Zungenbecken zu erweisen [1]. Auch das geradlinige Steilufer des pommerschen Grenztales, sowie das eigentümliche Verhalten des wie abgesunken erscheinenden Anteils der Endmoräne bei Friedland [2] lassen auf Grabensenkungen während der Eisbedeckung schließen. Die Absenkung des unteren Elbgebietes mag in dieselbe Zeit gehören, für die Elbgegend selbst postglazial.

Die Stauchungserscheinungen zeigen an, daß in der betreffenden Gegend das Eis sich in vorschiebender Bewegung befand, trotzdem es wegen der Abschmelzbedingungen nicht eigentlich vorrückte. Dies hat wohl zu der Auffassung von erneutem Eis-

[1] Diluvialstudien. p. 187.

[2] s. Geologie von Mecklenburg-Strelitz. Mitteil. meckl. geol. Landesanstalt. Heft 28.

vorstoß Anlaß gegeben. Auch in dieser Zeit konnten die verschiedenen Gletscherloben sehr wohl eine Exaration des Hinterlandes ausführen, wie es Olbricht annehmen will; die sehr vielfach zu beobachtenden niedrigen Grundmoränenpartien innerhalb der Endmoränenbögen (mit Kymalandschaft) sprechen für diese Auffassung (nur daß es sich nicht um erneute Vorstöße handelt).

Die Zeiten zwischen den einzelnen Staffeln müssen recht verschieden lang gewesen sein, z. T. sehr beträchtlich lange Intervalle. So macht sich zwischen der nördlichen Hauptmoräne und der folgenden äußeren (6) ein großer Unterschied bemerkbar (s. Geol. Meckl.-Strel. p. 29): vor 5 noch vorherrschend Sand und enorme Wasserwirkung (die z. T. noch über die älteren Staffeln hinausgreift), nach einer ruhigeren Zeit, in der Beckentone zur Ablagerung kamen; dagegen hinter 5, zwischen 5 und 6, Fehlen resp. Zurücktreten der Sandur und Vorherrschen der Grundmoräne, Zungenbecken, schöne Osreihen und subglaziale Wasserläufe.

Es mußte also nach der ruhigen Zeit (in welcher sich rückwärts Osar und subglaziale Rinnen bildeten) am Rande von 5 ein rasches Abschmelzen stattfinden, welches große Wassermengen freimachte. In dieser wohl langen Zeit war inzwischen auch das nördlich befindliche Eis stark geschwächt durch Tauen und Schwinden, und es konnte nun in rascher Folge der Rückzug bis zur Lage 6 und folgenden Staffeln erfolgen, wodurch die Grundmoräne freigelegt wurde und Sandurbildungen nicht mehr die große Ausdehnung fanden.

Beim Nachspüren der Entwicklungsgeschichte der interessanten Lewitzniederung gelangte ich zu gleichen Ergebnissen: eine Unterbrechung der Abschmelzung innerhalb ein und derselben Phase (4) und darauffolgende erneute Wasserzufuhr, also eine Zweiteilung. In einer von den Einzelbögen der Moräne 4 eingerahmten Niederung hat sich auf Beckenton steinreicher Sandur aufgeschüttet, der mit den nachbarlichen zu einer weiten Fläche von „Deckenschotter“ (Niveau 60—70 m und Abdachung nach Süden) verschmilzt. Aus ihm entwickeln sich die üblichen Talsandgebiete und ein SW-Abflußsystem. Nach einer gewissen Zeit kam ein katastrophaler Wasserdurchbruch, welcher ein Wiesenkalklager überschüttete und im Sandur eine tiefe Erosion mit Terrassen von 45/46 NN schuf, weiter unterhalb in alten Durchbruchsstellen das Eldebett bildete, bei Dadow die älteren Sandur erodierend, die älteren Moränenbarren von Ludwigslust und Bök durchbrechend und vernichtend. (Wahrscheinlich gleichzeitig erfolgten im Osten Durchbrüche und Terrassenbildung der mittleren Elde oberhalb Parchims, in Zusammenhang mit der Entleerung des Kritzower Staubeckens, welche die Umkehr des mittleren Eldeflusses verursachte.)

Die Wassermengen kamen aus NO-Richtung (Gegend von

Sternberg) von der nördlichen Hauptmoräne 5, z. T. auf schon subglazial vorhandenen Wegen vom Zungenbecken der Warnow her.

III. Die Herausbildung der Täler, d. h. der sog. altalluvialen, von Talsand, event. Schlick, Moor oder Wasser erfüllten Talniederungen erfolgte teils in unmittelbarem Anschluß an das Abschmelzen, teils erst später. Die Täler entwickelten sich entweder einfach aus den Sandurn oder sie entstanden als spätere Durchbrüche katastrophal; bei Bildung einiger mögen auch Krustenbewegungen mit im Spiele gewesen sein. (Beachtenswert ist die Beobachtung, daß bei vielen der zum Elbtal entwässernden Täler die rechte Talseite sich durch stärkere Erosion und Steilufer auszeichnet.)

Die Geschichte einiger dieser Täler weist wiederum auf teilweise lange Dauer einer Rückzugsperiode hin, mit zeitlicher Unterbrechung derselben.

Die Täler des östlichen Mecklenburg, vielfach Teile von Zungenbecken, verdanken ihre heutige Neigung einer spätglazialen Absenkung (vergl. Diluvialstudien. 1912 und dies. Centralbl. 1912. p. 168).

Das mecklenburg-pommersche Grenztal verläuft zwar im allgemeinen parallel den Endmoränenbögen, schneidet aber häufig ihre Berührungsstellen an und tritt sonach bald innerhalb, bald außerhalb der Bogen auf, auch hat es Anteil an Durchbruchstälern. Es kann nicht einfach als Marginaltal gelten, sondern eher zu den Durchbruchstälern gezählt werden. Bei seiner Entstehung war höchstwahrscheinlich eine Krustenbewegung mit im Gange.

Da es bei Jahnkendorf den Endmoränenzug 7 durchbricht, muß es jünger als diese Staffel sein. Seine linken Seitentäler haben teilweise den Charakter sehr jugendlicher, unfertiger Täler. Da es bei Damgarten auch noch von Heidesand erfüllte Talungen anschneidet, so kann die Zeit seiner Ausbildung näher bestimmt werden: nach Ablagerung des Sandurs der Rostocker Heide, d. i. nach Staffel 8. (Damit ergibt sich eine Korrektur der Darstellung Keilhack's vom Jahre 1898 seiner Eisrandlage in der ersten Phase der Entwicklung des pommerschen Urstromtales.)

Wie das Vorkommen des mit dem Sandur gleichalterigen Torflagers von Torfbrücke lehrt, war die Dauer des Stillstandes bei 8 eine lange.

Bezüglich der Abflußtäler der südlichen Endmoränen Mecklenburgs sind folgende Ergebnisse zu vermerken.

Das untere Elbtal existierte zur Zeit der älteren Staffeln noch nicht, sondern der „Urstrom" entwässerte durch das Allertal. Die Zuflüsse zum Allertal von der Lüneburger Heide haben Olbricht und Stoller skizziert.

Es ist nun von Interesse, zu untersuchen, zu welcher Zeit

der Elbdurchbruch erfolgte. Zur Zeit von Staffel 2, als der Eisrand bei Dömitz noch das heutige Elbtal überquerte, mußte der alte Zustand noch existieren. Bei Lenzen wird der Sandur von Staffel 2 angeschnitten. Wir finden aber auch die Ablagerungen von Staffel 3 noch deutlich von der späteren Elbe erodiert: bei Boizenburg und Lauenburg erst in viel jüngerer Zeit angeschnitten, ja, wir sehen zwischen Zahrenstorf und Boizenburg den bis hierher reichenden, zur nächstfolgenden Staffel gehörigen Sandur von der Elbe angeschnitten. Hieraus ergibt sich, daß der Elbdurchbruch erst zur Zeit der südlichen (vielleicht sogar der nördlichen) Hauptendmoräne entstanden ist. Sein gewundener Verlauf ist vermutlich beeinflußt von aus Norden kommenden Talungen, die er z. T. benutzt hat. Das untere Elbtal ist also kein marginales, einem Eisrand folgendes Tal, sondern ein Durchbruchstal. Die von rechts nach links überspringenden Steilufer haben teils Endmoränen, teils Sandur angegriffen.

Bei Verfolgung der südwestlichen Zuflußtäler zur Elbe findet man vielfach, daß die Gewässer ihre alten Wege wieder benutzt haben; ein Durchbruch findet leichter an den Stellen statt, wohin schon subglaziale ältere Ströme weisen; die Spuren von diesen Durchbruchstälern werden dann wieder von den Gewässern der nächst jüngeren Stillstandslage als Abflußwege benutzt. Ähnliche Bevorzugung älterer Läufe finden ja, wie einsichtsvollen Wasserbautechnikern bekannt ist, auch heute bei Hochwässern statt.

Beim Löcknitztal bilden Durchbruchsstellen früherer Moränenzonen (hier von 2 Staffeln) schließlich den heutigen Lauf. Den Bogenteil Warnow—Karstädt durchbrechend, geht sein unterer Teil nach SW auf Schnakenburg zu. An der Bogenspitze erstreckt sich das marginale Tal Klüß—Hühnerland zum nachbarlichen Mayntal, das den westlich anschließenden Bogen des holsteinschen Lobus durchbricht. Hierdurch entsteht eine unbedeutende Ablenkung nach W, doch ist die Fortsetzung nach NO in das obere Löcknitztal deutlich geblieben. Dieses entspringt aus den Sandurmassen von Karenzin—Godems, welche ihrerseits auf die eigenartige Unterbrechung der südlichen Außenmoräne bei Zachow hinweist.

Die von Staffel 3 kommenden Gewässer der Löcknitz haben sich in der Gegend von Schnakenburg—Lenzen zu einem bis Dömitz reichenden Staubecken angesammelt und den späteren Elbdurchbruch erleichtert.

Möglich ist, daß aus jener Zeit die massenhaften Baumstämme stammen, welche jetzt noch im heutigen Elbbett gefunden werden, früher oft die Schiffahrt behinderten und zu Hunderten ausgebaggert wurden. Die Mehrzahl besteht aus Eichen. (Einer der Eichenstämme, die im Rostocker Museum aufbewahrt sind, zeigt bei einer Länge von 7 m und einem Umfang von 1 m

100 Jahresringe.) Auch die eigenartig dunkel glasierten Zähne und Mangangerölle aus dem dortigen Elbkies können aus den zerstörten Lagern jener Zeit stammen.

Schaale, Boize und Stecknitz. Vom Stecknitztal sagt schon Gagel, daß es „einen mächtigen, sehr beharrlichen Schmelzwasserabfluß des alten Eisrandes darstellt“. Dasselbe gilt von den beiden anderen Tälern. Alle haben ihren Anfang in den Sandurn vor der südlichen Hauptmoräne, z. T. reichen ihre Zuflüsse auch noch in das Innengebiet derselben, so daß sie möglicherweise noch mit Erscheinungen der nördlichen Hauptmoräne in Verbindung stehen.

Schaaletal. Der Abfluß der Schmelzwässer von Staffel 3 und ihrem Sandur erfolgte zwischen Dersenow und Zahrenstorf bei Tessin; das hintere Marginaltal nördlich von Banzin verursachte einen Stau. Die späteren Abflüsse von den Sandurn der südlichen Hauptmoräne aus der Gegend nördlich von Wittenburg lieferten die Gewässer der Schilde und Motel (mit Schmaar), die sich bei Camin vereinigten und weiter unterhalb den alten Weg benutzten. Eine Terrasse und mannigfache Erosionserscheinungen begleiten diesen Verlauf. Außerdem kamen starke Gewässer aus dem Südende des Schaalsees, als Schaalefluß den Sandur durchschneidend und, nach der Vereinigung mit der Schilde bei Bengerstorf an das rechte Ufer gedrängt, den Einschnitt veranlassend, welcher als Erosionsrest den eigentümlichen Wall von Kl. Bengerstorf übrig ließ. Der Schaaleabfluß bei Zarrentin macht durchaus den Eindruck eines Durchbruchtales durch die südliche der drei Staffeln von Endmoräne 4, so daß er jünger ist, als die sich einfach aus den Sandurn entwickelnden vorgenannten Talbildungen. Die Seitenschluchten im Bretziner Sandur auf der rechten Talseite zeigen einen jugendlichen Charakter. Der Talboden verläuft mit der 20 m-Kurve, der südwestlich gerichtete Talrand ist (bei Wiebendorf—Zahrenstorf) erodierter älterer Sandur.

Die Gewässer mögen in der Gegend des jetzigen Elbtales deltaartige Sandschüttungen mitgeführt haben, an den Talgehängen haben sie z. T. mächtige Kiesmassen angelagert (Sonnenberg).

Östlich von Boizenburg vereinigt sich mit diesem breiten Tal das Boizetal. Im unteren Teile ist es als Durchbruchstal kenntlich, nach Norden setzt es in das Entwässerungssystem des Sandur der Vellahner Heide und die innerhalb der Hauptmoräne gelegenen Stauniederungen fort. Von Interesse ist das Vorkommen von Torf unter 3—4 m Talsand im oberen Teile des Tales.

Parallel dem Boizetal läuft eine gleiche Talung in Form von hintereinander folgenden tiefen, länglichen, in dem Sandur südlich von Gudow bei Besental beginnenden Moorwannen mit dem Mühlbach. Hinter der Boizenburger Endmoräne durch ein Marginaltal (Renstorf) abgefangen, vereinigt es sich mit dem

Stecknitztal. Das Durchbruchstal der Stecknitz hat zwischen Lauenburg und Vierburg eine Breite von 5 km.

Alle Verhältnisse des Stecknitztales weisen darauf hin, daß dies Tal, nachdem es als Durchbruchstal der Endmoräne 3 begonnen hatte, noch in den folgenden Zeiten von starken Gewässern benutzt worden ist: von Sandurwässern vor Staffel 4 und von Abflüssen zwischen den beiden Hauptendmoränen (4 und 5). Ein gutes Bild davon erhält man auf der Übersichtskarte Gagel's, Jahrb. preuß. Landesanst. **31**, II, p. 180. Wie Gagel und Stoller jüngst zeigen konnten, setzten die Gewässer in dem älteren Zeitabschnitt nach Süden fort bis zum „Lüneburger Stausee“.

Der vor dem Sandur von 4 wieder ansteigende Grundmoränenboden innerhalb der Endmoräne 3 zeigt zwei Marginaltalungen (im Osten für spätere Zuflüsse zur Stecknitz benutzt), die bei Pötrau—Müssen und die der Linau bei Lütau—Gülzow.

Bei Lütau setzt die kleine Talung des Augrabens ein, die in südlicher Richtung über Krüzen zum Kuhgrund bei Lauenburg führt. Daß auch dieses Tal seine Fortsetzung bis in die Lüneburger Endmoränengegend hatte, ist wohl unzweifelhaft. Olbricht nimmt das Neetzetal an. Auf den Karten ist die Ausfüllung durch Talsand angegeben. Die heutige Entwässerung erfolgt nach Norden bezw. NO; ein deutliches Tal ist von Lütau nach NO bis zur Brokmühle zu sehen, aber noch weiter streicht eine Bodensenke von da in gleicher Richtung über Pötrau—Büchen in den Sandur und das Stecknitztal.

Das Augrabental ist der Träger des „interglazialen“ Torflagers vom Kuhgrund bei Lauenburg.

IV. Altersbestimmung des „interglazialen“ Torflagers von Lauenburg.

Nach vorstehenden Ermittlungen gelangt man auch zur Lösung der Frage nach dem Alter des Lauenburger Torflagers (Kuhgrund und Umgebung), die dahin zu beantworten ist: Das Lauenburger Torflager ist postglazial, nicht interglazial.

Ich verzichte auf Wiederholung der vielbesprochenen stratigraphischen Verhältnisse. Die Torfschichten liegen in einem Gletscherbachtal der „letzten“ Eiszeit, welches sich rückwärts bis zu den nächstjüngeren Staffeln verlängert hat. Der Untergrund ist „oberer“ Geschiebemergel, in einer Bohrung nordwestlich vom Elbufer ist derselbe bis auf den Lauenburger Ton erodiert. Der hangende mächtige Diluvialsand ist als „Talsand“ anerkannt. Gagel betonte 1909 den Widerspruch zwischen den Ergebnissen der Kartenaufnahme und dem phytopaläontologischen Beweis und erklärte, daß, wenn erstere richtig sind, „wir danach alle unsere Vor-

stellungen über die interglaziale Flora und ihre Existenzbedingungen wesentlich ändern und uns mit dem Gedanken vertraut machen müssen, daß auch dicht am Eisrande eine gemäßigte bezw. warme Flora gedeihen konnte".

Die geologischen Vorgänge aus der jüngsten Vergangenheit, welchen jene Deckschichten ihre Ablagerung verdanken, sind folgende:

Es hat sich ergeben, daß der rhythmische Eisrückgang bei den Staffeln der beiden Hauptendmoränen beträchtliche Zeitintervalle hatte, daß nach langer Zeit der Ruhe ein plötzliches Freiwerden von Schmelzwässern katastrophal in die Erscheinung trat. Die Geschichte der Lewitz lehrt dies eindringlich, in der Entwicklung der Täler der Stecknitz, Boize, Schaale u. a. kann man Analoges feststellen, das verschüttete Torflager bei Granzin im Sandur zwischen Staffel 3 und 4, humose Zwischenschichten in Moränensanden bei Pritzier und Toddin, verschüttete eisenbraune Kiese im Sandur von Neukloster sprechen weiter dafür.

Durch einen plötzlichen, von der Staffel 4 (und 5) stammenden Wasserausbruch ist das Lauenburger Moor verschüttet worden, das schon im Anfang seiner Bildung aus demselben Tale sandführende Strömungen erhielt. Die Sandzufuhr kam von dem Siebeneichener Sandur in dem Tale zwischen Pötrau und Müssen. Diese Talung setzte sich nach Süden in die Lüneburger Stauseegegend fort.

Die postglaziale Geschichte des Lauenburger Torflagers ist also in kurzen Worten folgende:

In der Gegend der Endmoränenstaffel 3 entstand, nach Rückzug des Eises bis auf Staffel 4 (also nicht unmittelbar am Eisrand, sondern etwa 15 km davon entfernt) eine weite Moorniederung, die sich in alte Täler verzweigte; eine mehrhundertjährige Eichenwaldung dehnte sich bis in die Gegend von Wittenberge aus. Nach Jahrhunderte (nicht Jahrtausende) langer Zeit wurde das Moor durch eine gewaltige, aus dem nördlichen Eisrand stammende Wasserflut mit den Sanden überschüttet, ohne daß das Tal gänzlich verschüttet wurde. Erst viel später wurde das Lager durch den Durchbruch des unteren Elbtales (der oberhalb die Eichenwaldung zerschlug und die Stämme in den Elbkies verschleppte) der Beobachtung zugänglich.

Soweit das Stratigraphische. Der Torf ist für die dortige Gegend postglazial.

Die Flora des Lauenburger Torflagers zwingt uns zu der Feststellung, daß hier das Klima gemäßigt war, als der Eisrand nur 15 km von der Stelle entfernt lag.

Die Zeit zwischen den einzelnen Rückzugsstaffeln war z. T. sehr lang und teilte sich in eine Zeit verhältnismäßiger Ruhe und starker Schmelzung. Hier liegt der Vergleich mit dem Verhalten des Malaspinagletschers nahe: Nach raschem Rückzug von Staffel 3

auf 4 jahrhundertelanges Stagnieren des Randes, bis katastrophenartig erneutes rasches Abschmelzen folgt. Unterstützt wird diese Annahme dadurch, daß bei sämtlichen Rückzugsstaffeln ein Rhythmus der Bewegung festzustellen ist.

Ich bemerke nochmals, daß sämtliche Endmoränen Rückzugsstaffeln sind, der „Rückzugsperiode“ angehörig. Damit kommen alle Benennungen und Spekulationen betr. Würm- u. a. Eiszeiten, baltische Schwankung und Vorstoß usw. außer Betracht. Bei dem verschieden raschen Rückweichen des Eises haben die Stellen der beiden mecklenburgischen „Hauptendmoränen“ eine besondere Rolle gespielt, sie bezeichnen die Stellen, an denen ein besonders langer Stillstand war, der dann von plötzlicher Schmelzung abgelöst wurde, wo also eine Zweiteilung der Phase in die Erscheinung tritt. Das plötzliche Abschmelzen dürfte mit der Holstschen skandinavischen Senkungszeit zusammenfallen. Deshalb ist auch der eingebürgerte Name „große baltische Endmoräne“ nicht zu verwerfen.

Zwischen Phase 6 und 7 wiederholte sich übrigens dasselbe in geringerem Ausmaß, wie das Torflager im Sandur von Torfbrücke beweist.

Mit der Konstatierung der Existenz einer gemäßigten Flora nahe am Eisrand kommen wir zur Bestätigung meiner abweichenden Auffassung vom Wesen der Eiszeit (vielleicht besser Schneezeit), die ich früher auseinandergesetzt habe. Mit dem Nachweis der rhythmisch verlaufenden Rückzüge und ihren stellenweise sehr langen Zeiten, in welchen Vegetation und Atmosphärilien und nicht Eis „Trumpf“ waren, nähern wir uns Anschauungen über „Klimawechsel innerhalb der Abschmelzperiode“. Allerdings können wir nicht gut von „der“ postglazialen Abschmelzperiode, welche gleichzeitig das ganze norddeutsche Land betraf, sprechen, sehen wir ja z. B., daß postglaziale Verhältnisse bei Lauenburg vorlagen, als wenige Kilometer weiter nördlich noch das echte „Glazial“ herrschte, daß der „postglaziale“ Elburstrom ebenfalls schon floß, als ca. 50 km nördlich die Eiszeit war. Es sind örtliche Bezeichnungen, nicht zeitliche, eine Vermengung von stratigraphischer und chronologischer Benennung wird hier verhängnisvoll.

Zum Schluß noch die Bemerkung, daß mit Streichung Lauenburgs aus der Liste der Interglazialstellen neben den übrigen aus der Gegend von Hamburg noch gar viele „Interglazialpunkte“ bedenklich ins Schwanken geraten. Die Verhältnisse der Lüneburger Süßwasserkalk- und Kieselgurlager (nebenbei bemerkt, sind die sog. Riesentöpfe von Westerweyhe geologische Orgeln) sind ganz analoge wie die von Lauenburg. Man vergleiche nur das Profil auf Blatt Unterlüß: lakustre Bildungen in Bodensenken des Endmoränengebietes 1, überschüttet von Sanden späterer Wasserfluten.

Rostock, 20. Dezember 1915.

Über einen Phragmokon von Aulacoceras sulcatum v. Hauer aus der alpinen Trias.

Von **E. U. v. Bülow** in Bonn.

Mit 1 Textfigur.

Die Gattung *Aulacoceras* wurde von Fr. v. Hauer aufgestellt für ein einzelnes Rostrumstück aus der oberen alpinen Trias[1]. Bald aber wurde der Name immer mehr ausgedehnt, so daß man schließlich alle triadischen Belemnitiden als *Aulacoceras* bezeichnete. v. Mojsisovics[2] hat das Verdienst, die Gattung *Aulacoceras* wieder scharf umgrenzt zu haben, indem er die anderen Formen unter dem Namen *Atractites* v. Gümbel und *Dictyoconites* v. Mojsisovics abspaltete, und so blieb schließlich als einziger wahrer *Aulacoceras* die alte Hauer'sche Spezies *Aul. sulcatum* v. Hau. stehen. An dem ausgezeichneten Material, welches die Wanner-Molengraaff'sche Timorexpedition mitbrachte, konnte ich zeigen, daß die drei Gattungen nicht nur äußerlich in ihren Rostren, sondern auch in der Beschaffenheit ihrer Phragmokone verschieden sind. Die Atractiten besitzen ganz glatte Phragmokone, die der Dictyoconiten und Aulacoceraten tragen feine Längsrippen, und zwar die der ersteren etwa 60, die von *Aulacoceras* aber nur etwa 40.

Aus den Alpen ist nur *Aul. sulcatum* v. Hau. als einzige Spezies bekannt. Aus Sizilien beschrieb aber Gemmellaro[3] eine Reihe von Formen, denen er lauter neue Namen gab. Ob es sich hier wirklich um neue Spezies von *Aulacoceras* handelt oder nur um Variationen von *Aul. sulcatum* v. Hau., vermag ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden, da mir das Material nicht vorliegt. Die Auffassung als Variation scheint mir aber die richtigere zu sein. Auch bei meinen timoresischen Aulacoceraten habe ich dieser Auffassung gehuldigt und alle Stücke als Variationen der Hauerschen Stammform bezeichnet[4].

Gerade bei der Seltenheit der Stücke aus den Alpen verdient aber das vorliegende besondere Beachtung, vor allem, da es sich durch seine Größe und seinen Erhaltungszustand auszeichnet. Auch kann man eine Reihe von Beobachtungen daran machen, die das bei den timoresischen Stücken Beschriebene bestätigen. Es handelt sich um einen durchaus gekammerten Phragmokon von 200 mm Länge (Fig. 1). Sein Durchmesser beträgt am oberen Ende 55 mm, am unteren ca. 25 mm. Der Querschnitt ist kreisrund

[1] v. Hauer, Nachträge zur Kenntnis der Cephalopoden-Fauna der Hallstätter Schichten. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. 1860. **41**. p. 115.

[2] v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. I. Das Gebirge um Hallstatt. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. **6**. 1. Hälfte. p. 177.

[3] Gemmellaro, I cephalopodi del Trias superiore della regione occidentale della Sicilia. Palermo 1904. p. 306.

[4] Wanner, Paläontologie von Timor etc. Liefg. IV. Abhandl. VII. v. Bülow, Orthoceren und Belemnitiden der Trias von Timor. Stuttgart 1915.

wie bei allen Aulacoceratenphragmokonen. Der Öffnungswinkel beträgt 10°. Somit befände sich die Embryonalkammer etwa 60 mm unterhalb des unteren Abbruches. Die Flanken des Phragmokones sind hier in den oberen Partien nicht mehr gekrümmt, wie ich das bei den timoresischen Stücken von den unteren Teilen feststellen konnte [1], sondern sind scheinbar ganz gerade. Dadurch, daß ich bei diesem Stück aber auch eine gewisse Krümmung in den unteren Partien annehmen muß, rückt die Embryonalkammer noch ein wenig weiter hinab. Der Phragmokon besitzt etwa 40 Längsrippen, gehört somit gewiß zur *Aulacoceras*. Die Rippen laufen als feine Leisten in stets gleichbleibender Breite und Höhe vom unteren zum oberen Ende hinauf. Zwischen ihnen bleiben Intercostalräume frei, welche sich in gleicher Weise, wie sich der Phragmokon erweitert, nach oben verbreitern. Der Wölbung des ganzen Stückes entsprechend sind sie schwach gerundet. Bei den timoresischen Stücken konnte ich nachweisen, daß die Konothek vermutlich 4 Schalenlagen besitzt. Einige von diesen Lagen, vor allem die oberste, Rippen tragende, und die nächst untere mit nur schwachen Eindrücken der Rippen, sind auch beim vorliegenden Stücke zu beobachten.

Quer zu dieser Skulptur laufen in einem gegenseitigen Abstande von etwa 1 mm feine Linien, welche die einzelnen Stadien des Längenwachstums des Tieres bezeichnen, die sogen. bogenförmigen Zuwachsstreifen. Sie geben den Verlauf des vorderen Mantelrandes des Tieres in den einzelnen Wachstumsstadien an. Sie bilden zwei, nach unten offene Bögen. Der eine von ihnen ist sehr stark nach vorne gezogen (Fig. 1 A), der andere bedeutend weniger (Fig. 1 B). Somit hätte das Tier also zwei Mantellappen besessen, einen langen auf der einen Seite — und die Seite des langen Mantellappens ist bei den Belemniten stets die Dorsalseite — und einen kurzen auf der anderen Seite, der somit ventral läge. Man kann also bei diesem Stück mit Sicherheit Dorsal- und Ventralteil unterscheiden. Im oberen Teil ist der vorliegende Phragmokon auf der einen Seite ein wenig angewittert, so daß der Sipho freiliegt. Vergleicht man die Lage des Sipho mit dem Verlauf der bogenförmigen Zuwachsstreifung, so sieht man, daß er auch hier, genau wie bei den timoresischen Stücken, ventral liegt. Man beobachtet, wie er durch das Septum eingeschnürt wird, wie er unterhalb desselben wieder anschwillt, um bis zur unteren Kammerscheidewand wieder ganz allmählich an Stärke abzunehmen [2]. Der Phragmokon ist, wie gesagt, durchaus gekammert. Man findet also keine Spur von Wohnkammer an dem Stück. Der Abstand zweier Septen verhält sich zum Durchmesser des oberen der beiden etwa wie 23 : 54.

[1] v. Bülow, a. a. O. p. 30.
[2] Vergl. auch hierzu v. Bülow, a. a. O. p. 32.

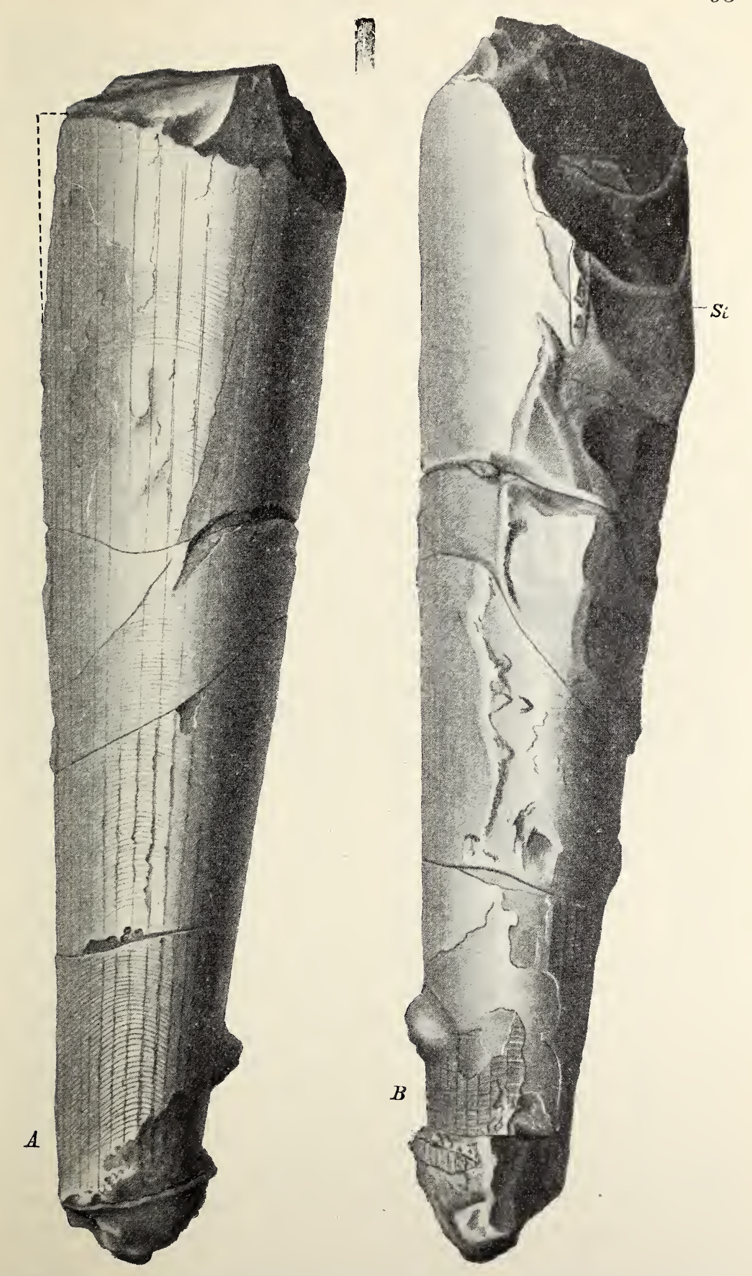


Fig. 1. *Aulacoceras sulcatum* v. Hau. Unterkarnische Trias. Röthelstein bei Hallstatt. A. Dorsalansicht. B. Ventralansicht. Si = Sipho. Original im Geol.-Pal. Museum der Universität Bonn. $\frac{4}{5}$ der nat. Größe.

Dies ist der größte Phragmokon von *Aulacoceras*, der bisher bekannt geworden ist. Seine auffallende Länge und sein für alpine Stücke ausgezeichneter Erhaltungszustand lassen die Veröffentlichung desselben interessant erscheinen. Er stammt aus der unterkarnischen Trias vom Röthelstein bei Hallstatt.

Besprechungen.

B. Dammer und **O. Tietze**: Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleums. Mit Beiträgen von R. Bärtling, G. Eineke, F. Kaunhowen, P. Krusch, O. Pufahl und R. Scheibe. I. Band. 501 p. 57 Textabbildungen. 1913. II. Band. 539 p. 93 Textabbildungen. 1914. Stuttgart, Ferdinand Enke.

Das vorliegende Werk stellt eine Zusammenfassung alles dessen dar, was bisher über nutzbare Mineralien mit der angegebenen Einschränkung veröffentlicht worden ist. Bei den Mineralien, über deren Verhalten Literatur nicht zu erlangen war, wurden die Lücken durch Nachfragen bei Fachgenossen oder in technischen Kreisen ergänzt. Der große Umfang des Stoffes gab auch die Veranlassung, für einzelne Kapitel besondere Bearbeiter heranzuziehen; das Werk enthält Beiträge von R. Bärtling, G. Eineke, F. Kaunhowen, P. Krusch, O. Pufahl und R. Scheibe.

Es werden die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleums behandelt. Doch sind auch die Mineralien berücksichtigt worden, die zwar im hüttenmännischen Sinne nicht als Erze gelten, aber doch auf anderen technischen Gebieten Verwendung finden, z. B. einige Abarten der Kohle und die Edel- und Schmucksteine.

Im Kapitel Allgemeines werden die Eigenschaften der nutzbaren Mineralien — Kristallform, Spaltbarkeit, Bruch, spezifisches Gewicht, Härte, Farbe und optische Verhältnisse — besprochen. Das Kapitel „Vorkommen und Gewinnung“ behandelt die geographische und geologische Verbreitung der nutzbaren Mineralien, mit dem wichtigsten Fundort beginnend. Doch werden nur die Lagerungsverhältnisse geschildert und genetische Fragen nicht erörtert. Ausgezeichnet sind die Abschnitte über die Gewinnung, Verwendung, Bewertung und Produktion. Bei einigen Mineralien sind auch Angaben über die mechanischen und chemischen Aufbereitungsmethoden und über die chemischen Untersuchungsmethoden beigefügt, in denen darauf hingewiesen wird, welche chemischen Bestandteile für die Verwendung von Wichtigkeit sind, und in denen erläutert wird, wie diese Bestandteile zweckmäßig und zuverlässig bestimmt werden können; diese Kapitel stammen von O. Pufahl. Da die Verwendung der meisten Mineralien eine sehr ausgedehnte ist, kann nur ein Überblick gegeben werden, welche technischen Gebiete in Betracht kommen und welche Eigenschaften einen Rohstoff gerade

für eine bestimmte Verwendung brauchbar machen oder welche Anforderungen an ihn für diesen Zweck gestellt werden müssen. Die Angaben über wirtschaftliche Verhältnisse, Bewertung und Produktion sind nicht nur der Literatur entnommen, sondern auch durch Umfragen bei Interessenten und Firmen festgestellt worden. Wertangaben fremder Länder sind in die deutsche Reichswährung umgerechnet worden.

Das Werk umfaßt zwei Bände, von denen der erste auf 501 Seiten folgende Mineralien behandelt: Diamant, Graphit, Schwefel, Realgar und Auripigment, Molybdänglanz, Bleiglanz, Zinkblende, Magnetkies, Schwefelkies, Markasit, Kupferkies, Quarz, Opal, Zirkon, Rutil, die oxydischen Manganmineralien, Korund, Hämatit, Hydrargillit und Diaspor, Brauneisenerz, Steinsalz, Salmiak, Kryolith, Flußspat, Spinell, Chromeisenerz, Borsäure und Borate, Nitrate, Kalkspat, Aragonit, Dolomit, Magnesit, Zinkspat, Witherit, Strontianit, die Natroncarbonate, Malachit, Kupferlasur und die Uran-, Thorium- und Radiumlagerstätten; dies sind nach der chemischen Klassifikation die Elemente Sulfide, Sulfosalze, Oxyde, Hydroxyde, Haloidsalze, Aluminate, Chromate, Borate, Nitrate, Carbonate, Uranate und Thorate. 57 Abbildungen veranschaulichen die geographische Verbreitung und das geologische Auftreten, aber auch Kristallformen und technische Apparate. Das Kapitel über den Diamant von R. Scheibe bildet insofern eine Ergänzung zu dem großen Werke von Max Bauer über Edelsteine, als der Verf. die von ihm selbst besuchten Felder in Deutsch-Südwestafrika eingehend behandelt und die neuesten Entdeckungen auf den anderen Lagerstätten anführt. Während für Max Bauer nach dem Zwecke seines Buches die Verwendung des Diamanten als Schmuck die Hauptsache bildet, lernen wir hier die Vielseitigkeit kennen, die der Diamant in der Verwendung zu technischen Zwecken, besonders zum Schneiden, Abdrehen und Bohren besitzt, das Sortieren der Rohsteine für den Handel, die Preise dieser verschiedenen Handelssorten und die Produktion bis 1912. Beim Graphit sei auf die Zusammenstellung seiner Aufbereitungsmethoden hingewiesen, beim Schwefel auf Gewinnung und Raffinierung. Wo es möglich war, wie z. B. beim Molybdänglanz, sind auch historische Notizen über die Verwendung angeführt worden. Während bei den Erzen die Vorkommen nur aufgeführt werden und mehr ihre Verwendung besprochen wird, bilden Quarz und Opal mit ihren Abarten ein Kapitel, das hauptsächlich mit der Verwendung dieser Mineralien erfüllt ist. Lydit, Feuerstein, Kieselsinter, Tripel und Kieselgur spielen daher hier eine Rolle, ebenso beim Korund der Schmirgel. Sehr nützlich ist die Zusammenfassung über die Borsäure, die Borate, die Nitrate und die Natroncarbonate, deren Vorkommen O. Tietze teilweise selbst besucht hat. In Kurvenform werden die Salpeter-Loko-Preise in Hamburg in den einzelnen Monaten der Jahre 1897—1912 dargestellt. Auch beim Kalkspat und seinen Abarten lernen wir besonders die prak-

tische Verwertung kennen. Im letzten Abschnitt beschreibt P. Krusch die Uran-, Thorium- und Radiumerzlagerstätten mit geologischen Karten der Vorkommen bei Dar-es-Salam, Joachimsthal, in Colorado und in Mittelschweden.

Der zweite Band enthält die Wolframate, Sulfate, Phosphate, Silikate und die fossilen Brennstoffe: die Wolframmineralien, Glauberit, Thenardit, Schwerspat, Cölestin, Glaubersalz, Gips, Alunit, Bittersalz, Eisenvitriol, Kupfervitriol, Zinkvitriol, Apatit, Vivianit, Variscit, Wardit, Türkis, Lazulith, Andalusit, Cyanit, Topas, Staurolith, Euklas, Turmalin, Axinit, Zoisit, Epidot, Manganepidot, Vesuvian, Cordierit, Olivin, Phenakit, Kieselzinkerz, Dioptas, Kieselkupfer, Granat, Beryll, Hypersthen, Diopsid, Augit, Spodumen, Jadeit, Rhodonit, Asbest, Nephrit, Hornblende, Eläolith, Cancrinit, Sodalith, Hauyn, Lasurstein, Leucit, Kalifeldspat, Plagioklas, Natrolith, Thomsonit, Prehnit, Glimmer, Glaukonit, Seladonit, Meerschaum, Saponit, Garnierit, Talk, Pyrophyllit, Kaolin, Bolmineralien, Titanit, Benitoid, Ozokerit, Bernstein und andere fossile Koniferen-Harze, Asphalt, Gagat, Braunkohle. Auch hier haben die Verf. sich bemüht, alle Mineralien, die irgendwie Verwendung finden, heranzuziehen, wenn auch bei vielen nur die Verwendung als Schmuck angegeben werden konnte, z. B. beim Türkis, Variscit, Wardit, Lazulith und Benitoid. Andererseits sind aber die in der Technik benutzten Mineralien in ihrem Vorkommen, in der Aufbereitung und Verwendung sehr eingehend behandelt worden. So hat R. Bärtling den Schwerspat und Cölestin bearbeitet und mehrere Profile (z. B. Meggener Schwerspatlager) und schematische Darstellungen der Barytbleichprozesse hinzugefügt. Glauberit, Thenardit, Anhydrit, Glaubersalz, Gips, Alunit, Bittersalz, Vitriole und Apatit bearbeitete O. Tietze. Bemerkenswert ist die Schilderung der Vorkommen des Glauberits, der Verwendung des Gipses und Alunits und der Vorkommen des Apatits und Phosphorits, besonders der Lager von Algier und Tunis. Es folgt die Zusammenstellung der Phosphatlagerstätten auf den Inseln des Indischen und Stillen Ozeans sowie der Südsee und der großen amerikanischen Lager.

Von den Silikaten, die größtenteils von R. Dammer bearbeitet wurden, sind die nur als Schmucksteine verwendeten etwas kürzer behandelt. Erwähnenswert jedoch ist das Kapitel über den Granat als Schleifmittel und die Darstellung des Asbestes von G. Eineke, der die Vorkommen, die Gewinnung und Aufbereitung, die Verwendung, den Handel und die Asbestpreise geschildert hat. Einen nicht minder großen Raum nehmen die Abschnitte über den Kalifeldspat, den Glimmer, den Talk und den Kaolin ein. Das über 50 Seiten lange Kapitel über den Bernstein von F. Kaunhowen schließt mit einer kurzen Erwähnung von Asphalt, Gagat und Braunkohlen den zweiten Band, der mit 93 Abbildungen ausgestattet ist.

M. Belowsky.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Einige Bemerkungen zur Nomenklatur der Triascephalopoden.

Von Dr. **C. Diener**, Wien.

Im November 1915 ist der von mir verfaßte Katalog der Triascephalopoden als achter Teil des im Verlag von M. Junk (Berlin) unter der Redaktion von F. Frech erscheinenden „Animalium fossilium Catalogus“ im Umfange von 369 Seiten zur Ausgabe gelangt. Die Abfassung des Kataloges war mit einer kritischen Durcharbeitung der gesamten Literatur über triadische Cephalopoden im Hinblick auf deren stratigraphische und geographische Verteilung verbunden. Es ergab sich aus derselben eine die vorangegangenen Schätzungen weit übersteigende Zahl von Gattungen und Arten. Die Unterklasse der Dibranchiata umfaßt in der Triasperiode 8 Genera mit 63 spezifisch bestimmten und 27 nicht benannten Spezies, jene der Ammonodea 251 Genera und Subgenera mit 2558 spezifisch bestimmten und 527 unbenannten (zusammen 3085) Spezies; jene der Nautiloidea 28 Genera und Subgenera mit 207 benannten und 60 unbenannten (zusammen 267) Spezies.

Nicht ohne Interesse ist die Verteilung der verschiedenen Genera bezw. Subgenera auf die einzelnen marinen Reiche der Triasperiode. Im Arktischen Reich sind nur 32, im Andinen 83 Gattungen und Untergattungen von Ammoniten heimisch. Dagegen kommen 175 im Mediterranen, 149 im Himamalayischen Reich vor. Noch ungünstiger stellt sich das Verhältnis bezüglich der Nautiloidea, an denen das Arktische und Andine Reich nur mit 3, bezw. 6 Gattungen partizipieren.

Damit soll natürlich keineswegs gesagt werden, daß die 2558 spezifisch benannten Arten triadischer Ammoniten, die der Katalog verzeichnet, auch wirklich einwandfreie Spezies darstellen. Es mag genügen, hier auf die scharfen Angriffe hinzuweisen, die erst kürzlich von Wepfer[1] gegen die von E. v. Mojsisovics bei der Aufstellung von Spezies in der Gattung *Trachyceras* Lbe. angewendete Methode gerichtet worden sind. Um eine Entscheidung

[1] E. Wepfer, Über den Zweck enger Artbegrenzung bei den Ammoniten. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 65. 1913. Monatsber. p. 417 ff. Diese Arbeit ist mir leider zu spät zugekommen, um noch bei der Abfassung des Kataloges berücksichtigt zu werden.

über die Aufrechterhaltung bezw. Einziehung der von Wepfer beanstandeten Spezies zu treffen, wäre eine vollständige Revision des von E. v. Mojsisovics untersuchten Cephalopodenmaterials notwendig gewesen, eine Arbeit, die mir selbstverständlich ferne lag, da sie aus dem Rahmen der Aufgabe des Kataloges herausfiel, über jede in der Literatur existierende Art bezw. Gattung und über deren Synonymie eine rasche Orientierung zu ermöglichen.

Da ich in der Lösung dieser Aufgabe den Hauptwert des Kataloges erblicke, habe ich mich für eine alphabetische Anordnung der Gattungs- und Artnamen (innerhalb einer jeden Gattung) entschieden, weil sie ein schnelles Auffinden jedes einzelnen Namens wesentlich erleichtert. Der unbefriedigende Zustand unserer Ammonitensystematik hat mich von allen Versuchen einer Einteilung der Ammoniten in Untergruppen abgehalten. So bedauerlich dieser Zustand sein mag, so halte ich es doch für besser, ihn offen einzugestehen. Welchen Wert kann der Entwurf einer Ammonitensystematik besitzen, der bisher noch niemals einen anderen als seinen Autor befriedigt hat?

Bei der Abfassung des durch eine alphabetische Anordnung der Schlagworte wesentlich vereinfachten Kataloges hatte ich mit nomenklatorischen Schwierigkeiten verschiedener Art zu kämpfen. Um aus ihnen den richtigen Ausweg zu finden, reichten die üblichen Regeln der paläontologischen Nomenklatur keineswegs aus. Vielmehr war ich wiederholt gezwungen, die letzteren teils zu ergänzen, teils von ihnen abzuweichen. Einige dieser Fälle sollen hier etwas ausführlicher besprochen werden, weil es mir im Interesse eines möglichst einheitlichen Vorgehens in analogen Fällen wünschenswert erscheint, die Aufmerksamkeit auf sie zu lenken. Muß es doch der Wunsch und das Ziel aller Paläontologen sein, die leider bereits recht erhebliche Verwirrung in der paläontologischen Nomenklatur nicht noch weiter vergrößern zu lassen.

Verhältnismäßig einfach ist die Abhilfe den Schwierigkeiten gegenüber, die das Bestehen der — übrigens gerade bei den Triascephalopoden sehr seltenen — „Nomina nuda“ bietet. Ich habe sie ausnahmslos unberücksichtigt gelassen. Spezies, die nicht durch Beschreibung und Abbildung in ausreichender Weise fixiert sind, haben keinen Anspruch auf Beachtung. Der Name *Arcestes Marchenanus*, der sich zuerst bei E. v. Mojsisovics (Dolomitriffe von Südtirol etc. 1878) findet, erhält erst durch die Beschreibung der Spezies in den „Cephalopoden der Mediterranen Triasprovinz“ (1882) Geltung.

Eine Verlegenheit sehr ernster Art erwächst aus der bedauerlichen Gepflogenheit mancher Autoren, neue Gattungsnamen ohne jede Begründung, unter Anführung einer bestimmten Art als Gattungstypus aufzustellen, ein Verfahren, das durch den eventuellen Hinweis auf später in Aussicht genommene Arbeiten kaum gemildert

wird. Der Hauptvertreter dieser Unsitte ist A. Hyatt. Das Kapitel „Cephalopoda" in der von Eastman besorgten englischen Ausgabe der Zittel'schen „Grundzüge der Paläontologie" (London 1900) wimmelt von solchen neuen Genus- und Subgenusnamen, die der Autor durch die Hinzufügung einer bestimmten Spezies als Gattungstypus hinreichend gekennzeichnet zu haben glaubt. Mit derartigen Gattungsnamen Hyatt's treten nun vielfach solche in Konkurrenz, die von anderen Autoren in Unkenntnis der zitierten Abhandlung Hyatt's ein wenig später, aber mit sorgfältiger Charakteristik und Begründung versehen, in Vorschlag gebracht worden sind. So hat, um nur ein Beispiel anzuführen, Hyatt der Gruppe der *Ceratites subrobusti* Mojs. den Genusnamen *Keyserlingites* beigelegt, ein Jahr später Philippi die Abgrenzung dieser Gruppe von den Nachbargruppen ausführlich diskutiert und sie auf Grund der Ergebnisse seiner vergleichenden Studien zum Range eines besonderen Genus erhoben, für das er die Bezeichnung *Robustites* vorschlug. Wie soll in derartigen Fällen die Prioritätsfrage entschieden werden?

Ich muß gestehen, daß mir zunächst jene Lösung am sympathischsten schien, die alle von Hyatt ohne Begründung aufgestellten neuen Genusnamen in Bausch und Bogen verwirft. Wenn für den gültigen Bestand einer Art in der Literatur deren Beschreibung und Abbildung gefordert wird, damit die Art auch als solche erkannt bezw. geprüft werden kann, so hat die gleiche Forderung auch für die Gültigkeit einer Gattung Berechtigung. Auch sie muß so definiert werden, daß ihre Merkmale und ihr Umfang aus einer Diagnose klar ersichtlich werden. Läßt man sich von diesem Gesichtspunkt bei der Entscheidung der Prioritätsfragen leiten, so ist es allerdings möglich, zu einer weniger radikalen Lösung der letzteren zu gelangen, die freilich auch minder geeignet ist, von einer Nachahmung der Methode Hyatt's abzuschrecken. Es können nämlich dann unter den von Hyatt eingeführten neuen Gattungsnamen einige ausfindig gemacht werden, gegen deren Berechtigung von dem obigen Standpunkte schwer ein triftiger Einwand geltend zu machen ist. Es sind dies Namen, die sich auf solche Formengruppen beziehen, deren Stellung und Umgrenzung von älteren Autoren bereits so klar definiert worden ist, daß über Umfang und Bedeutung der neuen Genera und Subgenera kein Zweifel aufkommt. In diesen Fällen hat sich die geistige Arbeit Hyatt's sozusagen auf die Rangerhöhung der ehemaligen Formengruppe zu einem Genus bezw. Subgenus und auf die Erfindung eines mehr oder weniger wohlklingenden Namens beschränkt (*Arctoceras* für die Gruppe des *Ceratites polaris* Mojs., *Keyserlingites* für jene des *Ceratites subrobustus* Mojs., *Olenekites* für die *Dinarites spiniplicati* Mojs., *Dorycranites* für die *Balatonites acuti* Mojs. etc.). Da sich gegen diese Namen ein Bedenken nicht geltend machen

läßt, so habe ich dem Hyatt'schen Genusnamen *Keyserlingites* vor *Robustites* Philippi den Vorzug geben müssen.

Wenn dagegen Hyatt nur eine Art als Typus der von ihm ohne nähere Begründung aufgestellten Gattung nennt, deren Merkmale und Umfang aus der Beschreibung der genannten Art nicht ohne weiteres ersichtlich sind, so habe ich solche Namen in der Regel als nicht zu Recht bestehend erachtet. Ich konnte z. B. keine Klarheit darüber gewinnen, warum *Hungarites Strombecki* Griepenk. zum Typus einer besonderen Gattung *Noetlingites* erhoben werden muß. In der gleichen Lage befand ich mich gegenüber den Gattungsnamen *Iberites*, *Plococeras*, *Aplococeras*, *Protophiceras*, *Wyomingites* u. a. Dementsprechend habe ich z. B. die von Kittl für *Dinarites mohammedanus* und *D. Liccanus* aufgestellten Subgenera *Hercegovites* und *Liccaites* akzeptiert, nicht aber Hyatt's Subgenera *Pseudodinarites* und *Diaplococeras*, obwohl sie sich mit diesen ohne Zweifel decken. Denn erst durch Kittl's Arbeiten haben wir erfahren, daß und warum *Dinarites mohammedanus* und *D. Liccanus* bezw. die sich um diese beiden Spezies gruppierenden Dinariten Anspruch erheben dürfen, in besondere Untergattungen eingereiht zu werden. Hyatt's prophetischer Blick muß hier hinter Kittl's klaren Beweisen zurückstehen. Für Kittl lag keine Verpflichtung vor, Hyatt's neue Namen, die schon bei ihrer Publikation hinfällig waren, zu respektieren. Er hat auch in der Namengebung eine glücklichere Hand bewiesen, indem er den für eine Untergattung des Genus *Dinarites* geradezu sinnlosen Namen *Pseudodinarites* vermied.

Wenn jemand die Aufstellung eines neuen Genus begründet, für das einer der von Hyatt vorgeschlagenen Genusnamen in Anwendung kommen kann, so mag er immerhin den letzteren akzeptieren. E. v. Mojsisovics und ich haben es in mehreren Fällen (z. B. bei *Ussurites* und *Anotoceras*) so gehalten, schon um uns die Mühe der Namengebung zu ersparen, aber ich bestreite entschieden, daß für uns in dieser Richtung eine Verpflichtung vom Standpunkt der Priorität aus vorlag. Nehmen wir z. B. den Fall *Ussurites*! Hyatt führt *Monophyllites sichoticus* Dien. als Gattungstypus in einer Familie der Ussuritidae an, mit der diese Spezies gewiß nicht das geringste zu tun hat. Wer wollte nach dieser Probe einer vollständigen Verkennung der Verwandtschaftsverhältnisse unserer ostsibirischen Art behaupten, Hyatt sei zu der Aufstellung seiner neuen Gattung berechtigt gewesen? Daß *Monophyllites sichoticus* sich von den übrigen Monophylliten, mit denen er selbstverständlich auch weiterhin in einem generischen Verbande bleiben muß, auf Grund der mangelnden Individualisierung seiner Auxiliarsättel trennen läßt, hat erst E. v. Mojsisovics nachgewiesen. Erst ihm stand somit das Recht zu, eine neue Untergattung für *Monophyllites sichoticus* aufzustellen. Daß er den Namen *Ussurites*

akzeptiert hat, erspart uns eine Nomenklaturschwierigkeit, aber eine Verpflichtung, diesen strenge genommen von vornherein hinfälligen Namen zu akzeptieren, lag meines Erachtens für ihn keinesfalls vor.

Wollte man die ohne Begründung aufgestellten Gattungsnamen HYATT's uneingeschränkt gelten lassen, so würde man zu einer Nachahmung der von ihm befolgten Methode der Namengebung geradezu herausfordern. Niemandem könnte es — um die äußersten Konsequenzen eines so milden Vorgehens zu beleuchten — verwehrt sein, eine beliebige Zahl von Spezies aus dem Katalog der triadischen Cephalopoden herauszugreifen und dieselben zu Typen besonderer Gattungen ohne weitere Begründung zu stempeln. Mit diesen Gattungen müßte dann der Name des Autors, dem wir eine so kostbare Errungenschaft verdanken, dauernd verknüpft bleiben. Ehrgeizige Autoren könnten sogar noch weiter gehen. Sie könnten für jede Art einen besonderen Gattungsnamen erfinden, um sich so die Priorität für alle überhaupt verfügbaren Gattungsnamen zu sichern. Um solchem Tun einen Riegel vorzuschieben, will ich sogleich selbst einige neue Namen für Genera und Subgenera, deren Aufstellung im Sinne HYATT's zu befürchten ist, mit den nachfolgenden Arten als Typen in Vorschlag bringen:

Silesiacrochordiceras für *Acrochordiceras Damesi* NOETLING, *Edmundites* für *Arpadites Rimkinensis* MOJS., *Gangadharites* für *Beyrichites Gangadhara* DIEN., *Otoceltites* für *Celtites perauritus* DIEN., *Paradidymites* für *Didymites* sp. ind. WAAGEN, *Timorodidymites* für *Didymites malayicus* WELTER, *Epigymnites* für *Gymnites Ecki* MOJS., *Parahauerites* für *Hauerites Ashleyi* HYATT et SMITH, *Arctohungarites* für *Hungarites triformis* MOJS., *Spitisculites* für *Isculites Hauerinus* STOL., *Indojuvavites* für *Juvavites angulatus* DIEN., *Acanthophiceras* für *Ophiceras gibbosum* GRIESB., *Pinacoplacites* für *Placites meridianus* WELTER, *Pachyproptychites* für *Proptychites otoceratoides* DIEN., *Parapinacoceras* für *Pinacoceras aspidoides* DIEN., *Discoptychites* für *Ptychites megalodiscus* BEYR., *Aristoptychites* für *Ptychites Gerardi* BLANFORD, *Malletoptychites* für *Ptychites Malletianus* STOL., *Vredenburgites* für *Sirenites Vredenburgi* DIEN., *Psilosturia* für *Sturia mongolica* DIEN., *Timorotropites* für *Tropites dubiosus* WELTER, *Margaritropites* für *Anatropites margaritiformis* DIEN., *Arietoceltites* für *Tropiceltites arietitoides* DIEN., *Paradistichites* für *Distichites ectolcitiformis* DIEN., *Indoclionites* für *Clionites gracilis* DIEN., *Xenodrepanites* für *Drepanites Schucherti* DIEN.

Wer das Prioritätsrecht der HYATT'schen Gattungsnamen im Text-book of Palaeontology anerkennt, wird dieses Recht auch den hier angeführten Namen nicht bestreiten können. Für denjenigen, der in der Prioritätsfrage meinen Standpunkt teilt, sind sie ohnehin nicht als Warnungszeichen aufgerichtet. Ich selbst gedenke nämlich jene Namen bis auf weiteres nicht in Anwendung zu bringen,

enthalte mich demgemäß auch einer Begründung für deren Aufstellung, ohne damit sagen zu wollen, daß eine solche Begründung mir unmöglich wäre. Meine Absicht geht vorläufig lediglich dahin, anderen Autoren diese an der Hand des Cephalopodenkataloges ebenso leichte als dankbare Tätigkeit zu verleiden.

Im Katalog selbst habe ich mich nur zur Aufstellung sehr weniger neuer Gattungen bezw. Untergattungen bemüßigt gesehen. *Epiceratites* wurde für die obertriadischen Zwergformen des Genus *Ceratites* aus den Hallstädter Kalken aufgestellt. Die Unterschiede dieser Formengruppe, als deren typischen Vertreter ich *Epiceratites elevatus* v. Dittmar betrachte, von den übrigen Ceratiten sind von E. v. Mojsisovics ausführlich erörtert worden, so daß über Diagnose und Umfang des neuen Subgenus kein Mißverständnis entstehen dürfte. Die Gruppe des *Ceratites decipiens*, die E. v. Mojsisovics unter den arktischen Ceratiten neben den Gruppen der *C. obsoleti*, *circumplicati* und *subrobusti* ausgeschieden und näher beschrieben hat, mußte nach der Errichtung der beiden Gattungen *Arctoceras* und *Keyserlingites* durch Hyatt konsequenterweise ebenfalls zum Range einer besonderen Gattung, *Czekanowskites*, erhoben werden. Ebenso erforderte die Abtrennung der Gruppen des *Monophyllites sichoticus* Dien. (*Ussurites*) und des *M. Agenor* Münst. (*Mojsvarites*) von *Monophyllites* s. s. (Typ. *M. sphaerophyllus* Hau.) die Errichtung einer besonderen Untergattung für die Gruppe des *M. Suessi* Mojs. (*Leiophyllites*). Die beiden Nautiloideenspezies *Nautilus pertumidus* Arth. und *N. Sibyllae* Mojs. nehmen eine so isolierte Stellung ein, daß schon E. v. Mojsisovics (Cephalopoden der Hallstätter Kalke. I. Supplement. 1902. p. 235) auf die Notwendigkeit einer Erhebung derselben zum Rang von Gattungen oder Untergattungen hingewiesen hat. Ich bin dieser Anregung, deren Begründung man bei E. v. Mojsisovics nachlesen mag, gefolgt und habe für die Reiflinger Art den Gattungsnamen *Tumidonautilus*, für die spitzbergische den Namen *Sibyllonautilus* in Vorschlag gebracht.

In den für die zoologische bezw. paläontologische Nomenklatur auf den internationalen Kongressen festgesetzten Regeln wird mit Recht die Forderung aufgestellt, für jede Gattung und Untergattung eine bestimmte Art als Typus namhaft zu machen. Die älteren Autoren haben dieser Forderung in ihren Gattungsdiagnosen bekanntlich nicht immer Rechnung getragen. Bei meinen Bemühungen, für jede Ammonitengattung der Trias einen Typus ausfindig zu machen, bin ich daher einige Male auf Schwierigkeiten gestoßen.

Als ganz verwerflich erscheint mir, meinen Erfahrungen zufolge, die leider beliebt gewordene Methode, die von einem Autor in seiner Genusbeschreibung an erster Stelle angeführte Spezies als Gattungstypus anzusehen. Eine kritiklose Anwendung dieser

Methode führt zu ungeheuerlichen Konsequenzen. Wieder ist hier vor allem Hyatt zu nennen.

W. Waagen hat in seiner Diagnose des von ihm in seiner bekannten Arbeit über die Formenreihe des *Ammonites subradiatus* aufgestellten Genus *Aegoceras* die Anführung einer bestimmten Art als Gattungstypus unterlassen. Sein Verzeichnis der zu *Aegoceras* gehörigen Arten beginnt mit *Ammonites incultus* Beyr. als der ältesten, noch der Triasperiode zufallenden Spezies. Für die triadische Gruppe des *A. incultus* hat E. v. Mojsisovics später, den Umfang der zu weit gefaßten Gattung *Aegoceras* einschränkend, die Bezeichnung *Gymnites* vorgeschlagen. Hyatt aber verwirft den Namen *Gymnites* und hält an der Bezeichnung *Aegoceras* für die Gruppe des *Ammonites incultus* fest, nur aus dem Grunde, weil zufälligerweise bei Waagen dieser Name als erster unter den Vertretern des damals sehr weit gefaßten Genus genannt wird. Dieser formelle Grund erscheint ihm ausreichend, sich über den Inhalt der Diagnose Waagen's hinwegzusetzen, aus der ganz klar hervorgeht, daß Waagen bei der Aufstellung seines neuen Genus nicht *A. incultus*, sondern in erster Linie die Capricornier L. v. Buch's im Auge hatte.

Dieses Beispiel lehrt überzeugender als irgend ein anderes, daß man die Regeln der paläontologischen Nomenklatur keineswegs in so schablonenhafter Weise anwenden darf, wie eine Köchin ein Kochrezept, daß vielmehr jeder einzelne Fall gewissermaßen individuell behandelt werden muß. Diese Notwendigkeit trifft auch für die Aufsuchung der Typen für zahlreiche Genera und Subgenera triadischer Ammoniten zu, die E. v. Mojsisovics vor dem Jahre 1902 aufgestellt hat, ohne eine bestimmte Art als Typus anzugeben. In allen diesen Fällen habe ich zunächst untersucht, auf welche der von ihm beschriebenen Arten die Gattungsdiagnose am besten paßt, bezw. welche Art die in der Diagnose als für die Gattung bezeichnend angegebenen Merkmale am deutlichsten zeigt. Diese Art — in der Regel ist es zugleich die am besten bekannte — habe ich dann als Gattungstypus ausgewählt, gleichgültig, ob sie in den Artbeschreibungen an erster Stelle erscheint oder nicht. So als Gattungstypus für *Thisbites*: *Th. Agricolae* Mojs., die weitaus häufigste Spezies des Genus (90 Exemplare lagen E. v. Mojsisovics vor) und zugleich die einzige alpine, deren Suturlinie bekannt ist; für *Epiceratites*: *Ammonites elevatus* Dittm., dessen Loben wir kennen, nicht *A. quadrangulus* Hau., den E. v. Mojsisovics zwar an erster Stelle nennt, aber selbst als eine Übergangsform zwischen *Dinarites* und *Ceratites* bezeichnet, die demgemäß die Merkmale der Untergattung *Epiceratites* nicht in typischer Weise zum Ausdruck bringt. Ebenso wäre es unzweckmäßig, als Typus der Untergattung *Arnioceltites* Mojs. den von E. v. Mojsisovics an erster Stelle angeführten *A. laevis* zu

wählen, weil dessen Suturlinie nicht bekannt ist. Als Typus ist vielmehr der an zweiter Stelle genannte *Ammonites caducus* Dittm. zu betrachten, der in einer viel größeren Zahl von Individuen vorliegt, unter denen einige die Loben in voller Deutlichkeit zeigen. Der gleiche Fall wiederholt sich bei *Miltites* Mojs. Die in der Einzelbeschreibung der Arten zuerst genannte Spezies *M. Schröeri* ist sehr selten, und ihre Loben sind nicht bekannt. Dagegen kennen wir alle wesentlichen Merkmale der häufigsten Art *M. Rastli*, deren Wahl als Gattungstypus mithin gerechtfertigt erscheint. Ähnlich liegt die Sache bei *Paratropites* Mojs. Als Typus dieses von Hyatt und Smith zum Range einer Gattung erhobenen Subgenus betrachte ich den in allen seinen Merkmalen bekannten *Ammonites Saturnus* Dittm., nicht den nur in einem einzigen Exemplar vorliegenden *Paratropites bidichotomus* Mojs. Auch bei *Prionites* Waagen habe ich von einer Erhebung der beiden an erster Stelle genannten Arten, *P. arenarius* (ein schlecht erhaltenes Wohnkammerfragment) und *P. trapezoidalis*, dessen Suturlinie der Untersuchung nicht zugänglich ist, zum Gattungstypus abgesehen und betrachte als solchen vielmehr *P. tuberculatus*, in dem die für das Genus *Prionites* charakteristischen Merkmale, insbesondere die eigentümliche Lobenlinie mit dem prionidischen Nahtlobus, sich am deutlichsten ausprägen.

Bei den von E. v. Mojsisovics vor dem Jahre 1902 aufgestellten Gattungen ist eine vorsichtige Auswahl der Gattungstypen und ein Abweichen von der schablonenhaften Methode, die erste in den Einzelbeschreibungen genannte Spezies als solche anzusehen, um so mehr am Platze, als dieser Forscher — man möchte beinahe vermuten, mit Absicht — die am besten bekannten und daher schon vor ihm von anderen Autoren beschriebenen Spezies erst an zweiter oder dritter Stelle anzuführen pflegt. Es scheint mir aber auch ein Akt der Gerechtigkeit gegenüber jenen älteren Forschern zu sein, die von ihnen zuerst untersuchten Arten bei dieser Gelegenheit wieder in den Vordergrund treten zu lassen, da ja auf ihre Kenntnis die Diagnose der neu aufgestellten Genera sich zunächst gestützt haben muß.

Es tritt ferner in den älteren Arbeiten von E. v. Mojsisovics — insbesondere im ersten Teil seiner „Cephalopoden der Hallstätter Kalke“ — gelegentlich die Tendenz zutage, die von älteren Autoren (Quenstedt, v. Hauer, v. Dittmar) in die Literatur eingeführten Artnamen fallen zu lassen oder doch in ihrem Geltungsbereich nach Möglichkeit einzuschränken. Bei einigem guten Willen dürfte es leicht möglich gewesen sein, vor dem Jahre 1873 so häufig gebrauchte, seither freilich fast verschollene Namen wie *Ammonites amoenus* Hauer oder *Ammonites respondens* Quenstedt aufrecht zu erhalten und an bestimmte, häufige Arten der Gattung *Placites* zu heften. Vor die Wahl gestellt, die keineswegs ein-

wandfreie Nomenklatur von E. v. Mojsisovics ohne Änderung zu übernehmen oder den hier gerügten Fehler zu verbessern, habe ich mich im ersteren Sinne entschieden. Abhilfe hätte nur eine vollständige Neubearbeitung des überreichen älteren Materials an Vertretern der Gattung *Placites* in den Hallstädter Kalken bringen können, aber auch dann wäre das Ergebnis den Aufwand an Zeit und Mühe kaum wert gewesen. Die Wiederherstellung der alten, heute wie gesagt verschollenen Namen *Ammonites amoenus* und *A. respondens* hätte die Verwerfung der einen oder anderen durch E. v. Mojsisovics in der Literatur eingebürgerten Bezeichnungen notwendig gemacht und so Verwirrung in die seit dem Jahre 1873 feststehende Nomenklatur gebracht.

Historische Untersuchungen zum Zweck der Ausgrabung alter, obsolet gewordener Namen halte ich überhaupt, in Übereinstimmung mit M. Neumayr, für nicht wünschenswert. Da unsere wissenschaftliche Nomenklatur in erster Linie ein Verständigungsmittel ist und als solches eine relative Beständigkeit beanspruchen darf, so sollte die Verdrängung gebräuchlicher, seit lange eingebürgerter Namen, soferne nicht sehr triftige Gründe für eine solche vorliegen, nach Möglichkeit vermieden werden. Die in der zoologischen Literatur während des letzten Jahrzehnts eingerissene Verwirrung, die sich auf die Namen der häufigsten und bekanntesten Tiere erstreckt, bietet in dieser Richtung ein warnendes Beispiel.

Ein wichtiger Grund für die Lückenhaftigkeit paläontologischer Überlieferung.

Von **E. Wepfer** (im Felde).

Es gibt in der Stratigraphie Tatsachen, an die wir uns derart gewöhnt haben, daß wir nichts Außerordentliches mehr an ihnen bemerken; Tatsachen, die sich so oft und immer wieder wiederholen, daß man ihnen den Begriff des Gesetzmäßigen aufgeprägt hat. Und die „Gesetzmäßigkeit" eben hat in uns das kritische Gefühl diesen Tatsachen gegenüber erstickt und uns sachte die Empfindung des Selbstverständlichen suggeriert. Die Zonengliederung etwa der Juraformation, die — wenigstens innerhalb der gleichen Fazies — sich bis auf Einzelheiten auf der ganzen Erde wiederholt, die entsprechenden Verhältnisse in der Kreideformation gehören in einem Maße zum eisernen Bestand der Stratigraphie, daß wir mit wahrer Befriedigung lesen, wenn die Erforschung eines bisher unbekannten Landes eine weitere Bestätigung für die Richtigkeit der altbekannten Fossilienzonen bringt.

Zweifellos steht aber diese Genugtuung in einem gewissen, ja recht deutlichen Gegensatz zu einer Erwartung, die gleichfalls mit zu dem eisernen Bestand, diesmal der Paläontologie und der Stammesgeschichte, gehören: es ist die Hoffnung, daß sich mit der Erweiterung unserer geologischen Kenntnisse die Lücken der paläontologischen Überlieferung mehr und mehr schließen und verringern werden. Aber in der Hauptsache kehrt überall die alte Gesetzmäßigkeit wieder; wir finden die alten Zonen, die alten Fossilien, letztere vielleicht in geringen Abweichungen, d. h. örtlichen Variationen [1].

Einzig wirklich neue Typen, wie etwa die von WANNER in Indien gefundenen Echinodermen, vermögen in dieser Hinsicht unser Wissen zu bereichern; leider sind solche Funde selten genug. Auch sollen sich die im folgenden gemachten Bemerkungen auf ein etwas davon verschiedenes Gebiet beziehen: die Lückenhaftigkeit paläontologischer Überlieferung begegnet uns nicht nur in den ganz großen Unterbrechungen wie etwa in der Dyas; wir treffen sie auf Schritt und Tritt zwischen je zweien der bekannten Fossilzonen, und davon ist hier die Rede. Gewiß, wir sind noch nicht am Ende unserer geologischen Forschungen; aber es ist doch höchst bemerkenswert, daß wir in neu beforschten Ländern niemals etwa Zonen mit Bindegliedern finden, sondern stets die alten Zonen mit den alten Formen. Wenn wir bedenken, auf wie viele Punkte der Erde unsere geologischen Forschungen ausgedehnt sind, so müssen wir rein nach diesen Stichproben annehmen, daß 1. überall dieselbe Zonengliederung gilt, 2. die fehlenden stratigraphischen Zonen — denn diese, nicht nur die fehlenden paläontologischen Glieder müßten wir zu finden erwarten — eben nicht existieren.

Alle Erklärungen, die für die Lückenhaftigkeit paläontologischer Überlieferung gegeben worden sind, haben meines Erachtens den Kernpunkt der ganzen Frage außer acht gelassen; und dieser Kernpunkt liegt in der Überlegung, wie überhaupt eine Fossilisation möglich ist. Freilich, der mechanische Vorgang ist

---

[1] In verschiedenen Abhandlungen (*Oppelia* im süddeutschen Jura. Palaeontographica. **59**); Zweck enger Artbegrenzung etc. (a. a. O.) habe ich bereits betont, daß wir hinsichtlich der paläontologischen Lücken uns einer Selbsttäuschung hingeben, wenn wir glauben, sie durch ein Verfahren, durch eine herrschende Mode kleiner zu machen. Als Mode bezeichne ich das Bestreben, altbekannte Typen fälschlicherweise in Gattungen und Arten auseinander zu trennen; dieses System, das als solches gegenüber den wirklich vorliegenden Objekten als reine Äußerlichkeit zu bezeichnen ist, hilft uns logischerweise nicht, die nach wie vor bestehenden Lücken auszufüllen. Wir schlagen damit nicht etwa Brücken, sondern wir berauschen uns lediglich an einem Wust neuer Glieder, deren Gewirr man höchstenfalls als Eselsbrücke bezeichnen kann.

klar: ein Organismus, der ganz oder zum Teil durch Niederschläge eingedeckt wird, bleibt uns unter Umständen — wenigstens in Spuren — erhalten. Ob die Niederschläge chemischer Natur sind oder ob dem Wasser mechanisch zugeführtes Material sich absetzt, das spielt keine Rolle. Voraussetzung ist nur, daß überhaupt sedimentiert wird; für die Vollkommenheit der Erhaltung aber kommt die Frage in Betracht, ob die Sedimentierung so schnell vor sich geht, daß die betreffenden Hartteile nicht schon vor ihrer Eindeckung vollkommener Auflösung anheimfallen können.

Mit der Verwesung der Weichteile ist der Zerstörungsprozeß am Organismus noch lange nicht ganz zu Ende, sondern nur sein erster Akt; der zweite Akt nimmt viel mehr Zeit in Anspruch: es ist die Auflösung der Hartteile durch das Wasser vor der endgültigen Eindeckung. Ist diese Eindeckung vollzogen, dann ist die größte Gefahr, die der endgültigen Erhaltung gedroht, bereits überstanden. Geht hingegen die Sedimentierung so langsam vor sich, daß auch die Hartteile aufgelöst werden, so kann selbst ein noch so reiches Leben spurlos verschwinden.

Demnach braucht die Lückenhaftigkeit paläontologischer Überlieferung nicht stets auf das Konto epigenetischer Vorgänge gesetzt zu werden — denn auch hierdurch können ursprünglich fossilreiche Schichten für uns fossilleer werden —, sie ist in den meisten Fällen eine Folge zu langsamer oder gänzlich fehlender Sedimentierung.

Wenn wir jetzt an so viele Lücken in unseren Entwicklungsreihen denken, so erblicken wir darin Perioden, in denen nicht sedimentiert, oder auch so langsam, so wenig Material abgesetzt wurde, daß alle organischen Reste gänzlich zugrunde gingen, bevor sie eingebettet werden konnten. Nicht nur die Schichtfugen bedeuten eine Unterbrechung der paläontologischen Überlieferung, sondern auch innerhalb einer geschlossenen Schicht klaffen paläontologische, wenn auch nicht sichtbare Fugen, wenn darin keine oder nur undeutliche Fossilreste vorkommen.

Der Kernpunkt dieses Gedankenganges, dem nirgends in der mir bekannten Literatur Rechnung getragen ist, liegt einmal in der Überzeugung, daß die bisher immer — z. B. auch in Joh. Walther, Bionomie des Meeres — erwähnten Gründe für die Lückenhaftigkeit nicht genügen, und ferner in der rein induktiven Betrachtungsweise, die an die Voraussetzungen einer Einbettung, und wie wir sehen werden, an die Erhaltungsart der Fossilien anknüpfen kann. Nicht der Mangel an Hartteilen, nicht die nachträgliche Vernichtung fossilführender Schichten oder die Umkristallisation ihrer Gesteine können die Ursachen so zahlreicher Lücken sein. Fossilarme Schichten brauchen nicht in einem Meer

entstanden zu sein, das nur einen armseligen oder gar keinen Bestand erhaltungsfähiger Organismen beherbergt hat, sondern die Langsamkeit der Sedimentbildung ist die wirkliche Ursache davon, daß wir so viele versteinerungsleere Schichtkomplexe kennen.

Das Kriterium für solche Betrachtungen liegt in der Erhaltungsweise der Fossilien. Liegen in einer Schicht zahlreiche Bruchstücke von Organismenresten, so hat hier ein reiches Leben geherrscht, aber der größere Teil jedes einzelnen Hartteiles ist der Auflösung im Meereswasser zum Opfer gefallen, bevor es ihr durch die Eindeckung soweit entzogen wurde, daß zum mindesten die Form erhalten bleiben konnte: Zahlreiche Lumachellen, deren gerundete Schalenreste man deutlich erkennen kann, müssen so beurteilt werden, ohne daß man dabei an eine Strandbildung zu denken braucht, bei der die Schalen durch das Spiel der Wellen zerkleinert worden wären. Wir kommen auf die Strandbildungen zurück.

Bekannt ist ferner die Erhaltungsweise der Orthoceraten im untersilurischen Vaginatenkalk Schwedens, den Goniatiten und Clymenien in den Oberdevonkalken (n. F. Frech); sie liegen sämtlich flach in dem verhärteten Kalkschlamm, und die Oberseite der Röhren ist z. T. weggelöst. Auch hier hat die Einbettung die Schale nur teilweise vor der Zerstörung durch Auflösung schützen können. — Die Sedimentation kann aber in anderen Fällen noch langsamer vor sich gehen, so daß jede Spur einer Kalkschale aufgelöst wird: es entstehen versteinerungsleere Schichten, ohne daß wir daraus den Schluß ziehen könnten, daß das betreffende Meer arm an Organismen oder gar gänzlich frei davon gewesen wäre. — Umgekehrt ist die Sedimentation da und dort so schnell vor sich gegangen, daß nicht einmal die Zerstörung der Weichteile vorher zum völligen Ende geführt werden konnte; dies ist der Fall u. a. bei einzelnen Ichthyosauriern aus dem Posidonienschiefer, deren Hautabdruck erhalten ist, und ferner etwa bei den Medusenresten der Solnhofer Schichten [1].

[1] Über die Entstehung gerade der Lias ε-Schiefer und der Solnhofer Schichten sind wohl verschiedentlich Ansichten im Schwange, die sich auf die eigenartige, z. T. so vorzügliche Erhaltung der Fossilien, sowie auf das Vorkommen von Landtieren und Pflanzen stützen. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, möchte ich nur betonen, daß dort nicht normale Sedimentationsverhältnisse geherrscht haben sollen, sondern daß in einer Watten- und Lagunenlandschaft, mit einzelnen stillen Buchten und Inselgruppen, die Kadaver nicht sowohl durch Eindeckung, als auch durch Einsackung in die weiche Modde fossil geworden seien. Wenn ich auch die Möglichkeit derartiger Verhältnisse durchaus nicht bestreite und die Erhaltung infolge von Einsacken in sehr weichen Untergrund grundsätzlich für möglich halte, so fürchte ich doch, daß diese letztere Auffassung lediglich auf die schweren Körper der Saurier und ähnliches Anwendung

Die Auflösungsgeschwindigkeit von Kalk- und Knochenteilen wird von dem Sättigungsgrad des Meereswassers, speziell an Kalk, ferner von seiner Temperatur abhängig sein; diese sind natürlich örtlich verschieden. Je mehr Organismen an einer Stelle im Meer angehäuft werden, um so wahrscheinlicher war ihre Erhaltung; das Wasser sättigte sich mit Kalk, und ein großer Teil etwa der Kalkschalen blieb um so längere Zeit vor Auflösung geschützt. Zugleich auftretender Mangel an mechanischer Sedimentierung konnte so geradezu eine lang andauernde allmähliche Sättigungsperiode des Meereswassers mit Kalk bedeuten, der dann wiederum von einem gewissen Zeitpunkt ab in größeren Mengen sich absetzte.

Die Schlüsse, die man demnach aus der Erhaltungsweise der Fossilien ziehen darf, treten daher der Frage nach der relativen Zeitdauer, die zum Absetzen einer Schicht nötig war, näher. Eine Schicht z. B., die von gut erhaltenen Fossilien wimmelt, wie etwa die *Hecticoceras*-Schichten in gewissen Teilen des süddeutschen Jura, muß in sehr kurzer Zeit entstanden sein, sonst wären die Fossilien nicht erhalten oder zum mindesten nicht so gut erhalten[1]. Das Gestein, stellenweise gespickt mit den Ammoniten, muß unsere Folgerungen weiter führen, als nur zu der Binsenwahrheit, daß zu jener Zeit ein sehr reiches Leben geherrscht hat. Es steht nicht einmal fest, ob jenes Leben besonders reich war, d. h. reicher als vorher und nachher; denn damit kommen wir zu dem voreiligen Schluß einer plötzlichen Ausbreitung oder Einwanderung solcher vorher und nachher unbekannten Formen. Eine derart plötzliche weltweite Ausbreitung neuer Formen in so kurzer Zeit hätte etwas Fabelhaftes. Die für uns unvermittelt auftretenden Typen lassen nicht ohne weiteres auf eine Einwanderung schließen, sondern nur darauf, daß nach langer Pause wieder einmal eine Zeitlang sedimentiert oder schneller sedimentiert wurde, wodurch uns gerade zufällig jene Epoche des alten Meereslebens, jener Abschnitt der Entwicklung erhalten wurde, während der allgemeine Gang der Entwicklung unabhängig davon sich fortsetzte.

---

finden kann. Eine Qualle oder eine Libelle wird sich kaum darauf einlassen; sollen sie erhalten bleiben, so müssen sie durch Sediment zugedeckt werden, und dieses wird sich wohl auf alles, auch auf die Saurier, gebreitet haben. Jedenfalls ist zur Bildung einer immerhin mehrere Meter mächtigen Schicht Zufuhr von Schlamm nötig: es wurde sedimentiert — und ob schnell oder langsam, ob ganz gleichmäßig oder mit Unterbrechungen, das ist hier die Frage.

[1] Wepfer, Zweck enger Artbegrenzung etc. — Ob die Hecticoceraten als Steinkerne oder als Schalenexemplare erhalten sind, spielt dabei keine Rolle, da die Auflösung der einstigen Schale eines Steinkernes ein epigenetischer Vorgang ist, d. h. nach der Eindeckung des Gehäuses vollendet wird.

So — meine ich — ist die plötzliche Verbreitung gewisser Formen aufzufassen; sie ist gar nicht so plötzlich, sondern verhältnismäßig plötzlich tritt eine Sedimentationsphase ein, die uns jenes Glied des Lebens zufällig erhält. — Daß Wanderungen existiert haben, ist selbstverständlich, aber ihren Weg festzulegen, ist mißlich und scheint mir in diesem Zusammenhang unwesentlich. Die Lebewesen sind gewandert, d. h. sie haben sich ausgebreitet, von woher? — diese Feststellung kann jeder neue Fund wieder umwerfen; zumal will mir jeder solche Versuch angesichts des entwickelten Gedankengangs als ein Versuch mit untauglichen Mitteln erscheinen.

In diesem Zusammenhang mag man sich einer Auffassung erinnern, die sich in einem älteren Lehrbuch[1] findet, daß nämlich eine größere Menge von Fossilien uns nicht so sehr ein reiches einstiges Leben beweise, sondern zunächst vielmehr nur ein reichliches Sterben. Dieses Absterben braucht nicht mit einem Schlag gekommen zu sein, sondern es ging ganz allmählich, Hand in Hand vielleicht gerade mit der reichlicheren Sedimentation; entweder die neue Sedimentationsphase schuf neue Lebensbedingungen, denen manche Organismen nicht gewachsen waren, oder vermehrte Sedimentbildung und vermehrte Todesfälle führen auf eine gemeinsame Todesursache zurück. So erscheint uns etwa die fossilreiche *Hecticoceras*-Schicht durchaus nicht als der Repräsentant einer besonderen Blütezeit jener Tiere, sondern im Gegenteil nur als eine Phase: hier starben die Tiere in Menge ab und blieben uns erhalten, während sie vorher schon lange Zeit gelebt haben mögen, ohne uns wegen des mangelnden Sedimentierungsmaterials erhalten zu bleiben. Beobachtungen darüber, ob große und kleine, d. h. ausgewachsene und noch jugendliche Exemplare beieinander liegen, müßte unsere Vorstellungen in dieser Richtung noch mehr klären[2].

Ähnlich verhält es sich mit den Ichthyosauriern des Lias ε; ihre Sterbezeit oder eine Sterbezeit fällt in die Zeit der Ablagerung der an ihren Skeletten reichsten Schichten. Wir gewinnen so die Vorstellung, daß nicht die *Hecticoceras*-Bänke des oberen Doggers die *Hecticoceras*-Zeit selbst repräsentieren, sondern nur einen — eventuell den letzten — Abschnitt davon. Die Hauptblütezeit des Stammes war vielleicht schon vorbei, ohne uns Reste zu hinterlassen, und wir kennen die Vorfahren der uns erhaltenen Formen nicht. Feststellungen über die Art des Vorkommens von

[1] Der Titel ist mir entfallen und hier — im Feld — nicht festzustellen.

[2] Ich bin mir hierbei bewußt, daß man kleine Formen nicht immer ohne weiteres als Jugendexemplare ansprechen kann.

Fossilien, ihre Menge, ihre Erhaltung müßten in dieser Hinsicht eventuell nähere Anhaltspunkte für jeden einzelnen Fall ergeben. — Nicht als ob etwa die Hecticoceraten schon im unteren Dogger oder die Ichthyosaurier des Lias ε schon im α und mittleren Lias gelebt haben könnten, und nur in der fossilführenden ε-Zeit haufenweise gestorben seien — nein, diese Tiere sind typisch für die Formation, in der wir sie finden; nachdem aber die letzten fossilführenden Schichten des Lias δ abgelagert waren, und bevor wir die tiefsten fossilführenden ε-Schichten treffen, ist eine gewisse Zeit vergangen, von der wir nicht wissen, wie lange sie gedauert hat, alias, wie schnell, mit welchen Unterbrechungen sedimentiert worden ist. In diesem Zeitraum hat das Leben gewiß nicht plötzlich aufgehört, sondern es werden auch Tiere gelebt haben, von denen wir aber eben gar nichts überkommen haben, da sie infolge zu langsamer oder gänzlich fehlender (Schichtfugen!) Sedimentierung gänzlich aufgelöst worden sind.

Es gibt freilich Sedimente, die wir aus unserem Gedankengang bis zu einem gewissen Grad ausschalten und gesondert betrachten müssen; es sind diejenigen ausgesprochenen Strandbildungen und ein großer Teil der Seichtwasserbildungen, die das Gemeinsame haben, daß sich innerhalb ihrer Ablagerungen keine weltweit verbreiteten Zonen nachweisen lassen: dahin gehört vor allem ein großer Teil der Tertiär- und jüngeren Bildungen, vor allem die jüngsten marinen Ablagerungen an zahlreichen Küsten der Kontinente. Gerade in der Nähe des Strandes können die Verhältnisse örtlich und zeitlich schnell wechseln: starke Zufuhr von Süßwasser verhindert etwa die Ausbreitung marinen Lebens oft auf ziemliche Entfernung. Überhaupt lehrt die Erfahrung, daß man am Ufer von Meeresteilen, die gewiß nicht arm an Leben sind, oft lange vergeblich nach irgendeinem angeschwemmten Lebewesen suchen kann, während es anderswo davon wimmelt; es sind Folgen örtlich wechselnder und ineinander greifender Faktoren: des Salzgehalts des Meeres, von Strömungen, seiner Temperatur usf.

Es ist gewiß von hohem Interesse, diese besonderen Bedingungen einer Organismenanhäufung am Strande stets im Auge zu behalten. Beobachtungen an jetzigen Stranden sind wissenswert, denn Strand und Strandzone sind eben für uns das einzige schmale Band, in dem eventuell eine für uns beobachtbare Sedimentierung statthat, und daher müssen wir unser Augenmerk auch darauf richten, wenn wir die tatsächlich vorhandenen fossilen Strandbildungen verstehen wollen. Aber in den weltweit verbreiteten Horizonten, wie in Jura, Kreide und anderswo, treffen wir ja gerade auf eine Gesetzmäßigkeit, wie sie unter den wechselnden Verhältnissen am Strand gar nicht zustande kommen könnte. Die zahlreichen Spezialfälle an Küsten: Anschwemmung

von zahlreichen Organismen auf der einen, Fehlen jeglichen Lebens auf der anderen Seite, überhaupt Fazieswechsel auf kürzeste Entfernung in petrographischer und paläontologischer Beziehung, können fossil — außer an den in der italienischen Literatur treffend „panchine“ genannten Bildungen — als Transgressionen erscheinen, wie etwa derjenigen des Mainzer Meeressandes über die Dyas. Hier ist sozusagen jeder Quadratmeter des rotliegenden Festlandes einmal Strand gewesen; es geht aber wohl nicht an, derartige vorrückende Strandzonen oder -bänder etwa mit den flächenhaft weit verbreiteten Murchisonae-Sandsteinen, die so oft als „Strandbildung“ deklariert werden, oder gar mit der Callovien-Transgression ohne weiteres zu vergleichen. Hier ist nicht jeder Quadratmeter einmal Strand gewesen, sondern schon vorher im mittleren Dogger ist das Verbreitungsgebiet des Callovien zum größten Teil bereits Meer gewesen; nur wo diese Stufe über ältere Formationen transgrediert, kann es Strand gewesen sein. Somit kann die riesige Kelloway-„Tafel“ unmöglich als Strandbildung aufgefaßt werden. — Im Gegensatz hierzu können bei Regressionen Strandbildungen entstehen; aber auch hier mit einer Einschränkung: nur wenn die als Strandbildung bezeichnete Zone den Abschluß einer Schichtserie nach oben bildet, und gar nicht mehr, oder erst später wieder der Schauplatz von Sedimentierung aus Wasser wird. Ein Beispiel hierfür bieten die Absätze des oberen Malm im südwestdeutschen Jura; hier kehrt denn auch die große Mannigfaltigkeit der Fazies wieder. Es liegt auf der Hand, wie vorsichtig man mit der Bezeichnung „Strandbildung“ eigentlich sein müßte. — Worauf es aber in diesem Zusammenhang ankommt, das ist ganz allgemein die Betonung aller der erwähnten möglichen Besonderheiten gegenüber der paläontologischen Übereinstimmung der weltweit verbreiteten Zonen, im besonderen aber die Feststellung, daß bei wirklichen Strandbildungen in noch erhöhterem Maße als im offenen Meer Zusammenschwemmungen von toten oder lebendigen Organismen (Muschelhaufen der Nord-, Ostsee, italienischer Küsten u. a. m.) stattfinden, d. h. die Tiere können anderswo gelebt und geendet haben, als wo wir ihre Reste heute finden, so daß wir aus einem massenhaften Auftreten in fossilem Zustand in diesem Fall nicht an ein „großes Sterben“ denken dürfen. Ähnliche Einschränkungen gelten für die Beurteilung von Fossilvorkommen in Knollen, wie etwa im *Opalinus*-Ton, in den *Spinatus*-Schichten mancher Gegenden, den Posidonienschichten u. a.

Es ist ja überhaupt die Frage, inwieweit Verfrachtungen von Organismen, auch nach ihrem Tode, bei solchen Betrachtungen berücksichtigt werden müssen. Meines Erachtens spielen sie gar keine Rolle; sollte jemand das Ausmaß, das sie erreichen

können, für sehr groß halten, so würde diese Annahme zunächst nur den bisherigen Feststellungen über Wanderungen unbequem werden. Daß sich im übrigen verfrachtende Strömungen und Wanderungen innerhalb des Rahmens einer Zone abspielen, das ergibt sich aus der Horizontbeständigkeit der leitenden Fossilien; und wenn das klumpen- und nesterartige Vorkommen von Fossilien uns eine gewisse Zusammenschwemmung annehmen läßt, so steht dem trotzdem der Begriff einer oder mehrerer Sterbe- bezw. stärkeren Sedimentierungsperioden, deren Ergebnis wir in Gesamtheit etwa als „*Opalinus*-“ oder „*Spinatus*-Zone“ bezeichnen, keineswegs entgegen.

Naturgemäß ist nun eine brennende Frage die, worin nun eigentlich eine solche reichlichere Sedimentationsphase, die sich gemeinhin auf weitere Entfernungen erstreckt, d. i. die Bildung einer paläontologisch definierbaren Zone, ihren Grund hat. Damit treten wir aber in ein Revier, über das meines Wissens zuerst Pompeckj vor einigen Jahren in einem Vortrag gesprochen hat[1]. Bleiben wir im bisherigen Rahmen, so finden wir vielleicht das richtigste Verständnis für die ungemein zahlreichen Lücken innerhalb unseren paläontologischen Entwicklungsreihen in der Auffassung, daß uns aus der langen Kette des Lebens nur ab und zu infolge rascher, verhältnismäßig plötzlicher Sedimentierung gewisse Abschnitte ausnahmsweise und zufällig erhalten sind.

Besprechungen.

Josef Blumrich: Die Minerale der Iserwiese und ihre Lagerstätte. 48 p. Mit 2 Bildern und 1 Karte. Mitteilungen des Vereins der Naturfreunde in Reichenberg. 42. Jahrg. 1915.

Diese Schrift ist die ausführliche Bearbeitung des Gegenstandes, worüber im Jahr 1912 vom selben Verf. eine vorläufige Mitteilung erschien (im 17. Jahresberichte des Staatsgymnasiums in Bregenz: Die Minerale der Iserwiese). Die Neubearbeitung hat außer durch weitgehende Berücksichtigung der Literatur an Vollständigkeit dadurch gewonnen, daß einerseits neben einem reichlicheren eigenen Untersuchungsmateriale des Verf.'s auch die Iserwiese-Minerale des böhm. Landesmuseums in Prag und des Vereins der Naturfreunde in Reichenberg mit in den Kreis der Betrach-

[1] Ich habe den Vortrag selbst nicht gehört, und es ist mir leider im Felde nicht möglich, festzustellen, ob darüber inzwischen Literatur entstanden ist.

tung gezogen worden sind, andererseits durch Grabungen die ungefähre Ausdehnung der edelsteinführenden Ablagerung inzwischen ermittelt werden konnte. Als Fundort von Edelsteinen kommt nur die Kleine Iserwiese in Betracht, nicht die benachbarte Große, was im 18. Jahrhundert nicht streng unterschieden wurde und daher unliebsame Enttäuschungen zur Folge hatte.

Das Hochtal der Kleinen Iserwiese, um 850 m ü. d. M. gelegen, wird von der Kleinen Iser durchflossen; der felsige Untergrund auch ihrer weiteren Umgebung ist Isergebirgsgranit mit grauem Quarz, rotem Orthoklas und schwarzem Glimmer, nur der Buchberg am unteren, östlichen Talausgange besteht aus Basalt (rhönithaltiger Nephelinbasalt). Im Kleiniserbett steht der Granit nur stellenweise an, woselbst zahlreiche, verschieden starke Quarzgänge, z. T. drusig und Roteisenerz führend, und ein chloritisch verwitterter, dünner Minettegang sichtbar ist. Die Talsohle bedecken kiesig lehmige Ablagerungen, bestehend aus den Verwitterungsprodukten des Granites. Diese Ablagerungen sind der Hauptsache nach diluvial, wie namentlich ihre stark lehmige Beschaffenheit und der Mangel einer Schichtung beweist sowie auch der Umstand, daß vereinzelte größere Granitplatten, wie sie auf den benachbarten Bergkämmen beobachtet werden, eingebettet liegen.

Etwas oberhalb der Einmündung des Saphirflössels in die Kleine Iser befindet sich ein guter Aufschluß der Ablagerung, da, wo der Fluß ein starkes Knie bildet und seine Stoßkraft bei höherem Wasserstande eine Berasung des rechten Steilufers nicht zuläßt. Die Ablagerung besteht aus sandig-lehmigem Granitgrus mit zahlreichen verschiedenfarbigen Quarzgeschieben und spärlichen faust- bis kopfgroßen Granitgeröllen, welche gleichmäßig verteilt sind, so daß eine Schichtung nicht zustande kommt. Das sandiglehmige Zwischenmittel der Uferwand enthält vereinzelte, kaum erbsengroße schwarze Iserinkörner. Diese reichen bis nahezu 2 m über den normalen Wasserstand, darauf folgt eine 6 cm dicke, sandig-lehmige Lage, frei von Iserinen und Quarzgeschieben, welche die Rasendecke trägt; sie ist als Alluvialgebilde aufzufassen, während die tiefere Lage, soweit sie Iserine und reichliche Quarzgerölle führt, als diluvial anzusehen ist. Ihre untere Grenze ist nicht erschlossen, da jedoch der Bach an den tiefsten Stellen hier 1 m Wasser führt, ohne daß der felsige Untergrund sichtbar wäre, so darf man ihre Mächtigkeit auf gut 3 m veranschlagen. Etwa 1 m über dem Wasserspiegel wird diese diluviale Schicht von einem langwellig verlaufenden schwarzen Bande durchzogen, das nach unten scharf abgegrenzt ist, während es nach oben hin einen rostigen Hof hat. Es besteht aus manganreichem Brauneisenerz (Sumpferz) und trennt vermutlich 2 verschiedenaltrige Lagen einer Grundmoräne, wäre demnach der Zeit seiner Entstehung nach interglazial.

732 g einer iserinreichen Kiesprobe, unterhalb des schwarzen Bandes der Uferwand entnommen, wurden geschlemmt. Sie ergab 63 g Lehm und 104 g feinen Sand, reich an gelben, verwitterten Glimmerschüppchen und schwarzen Splittern von magnetischem Eisenerz; der Rest enthielt 27,7 g teils magnetische, teils unmagnetische „Iserine“, 2 Zirkone, 2 etwa 1 mm große Oktaeder von Titanmagneteisen, 6 kleine Täfelchen von Iserin und viele weiße, stark kaolinisierte Feldspatstückchen. Eine Anzahl roter Feldspat- und grauer Quarzsplitter haftete am Magneten, da sie mit Teilchen von magnetischem Eisenerz fest verwachsen waren.

Nur von der Aufschlußstelle flußabwärts führt die Kleine Iser in ihrem Sande Iserine und Edelsteine. Der Sand des Saphirflössels, in dem noch vor 25 Jahren Iserine und Edelsteine gefunden wurden, ist zurzeit leer, obwohl es, wie 2 Grabungen ergeben haben, die iserinhaltige, edelsteinführende Ablagerung quer durchschneidet.

Die unter Leitung des Verf.'s durchgeführten Grabungen haben ergeben, daß die iserin- und edelsteinführende Ablagerung vom Saphirflössel an 250 m Kleiniseraufwärts sich erstreckt bei einer mutmaßlichen Breite von reichlich 70 m gegen den Fuß des Welschen Kammes zu; ihr Flächenausmaß kann demnach mit rund 200 a eingeschätzt werden. Sie liegt am rechten Ufer der Kleinen Iser und ist von ihr angeschnitten worden, wodurch der Sand dieses Flusses, von der Aufschlußstelle an bis gegen den Buchberg hin, seinen Gehalt an Iserinen und Edelsteinen gewonnen hat. Nur vermutungsweise greift diese Ablagerung unterhalb der Mündung des Saphirflössels auch auf das linke Ufer der Kleinen Iser über in Gestalt eines schmalen, erhöhten Uferstreifens.

Aus den Edelsteinseifen der Iserwiese, der diluvialen Ablagerung und den Alluvionen, erscheinen bisher 32 Minerale sicher nachgewiesen, nämlich außer den Bestandteilen des Granits (rotem Orthoklas, Oligoklas, grauem Quarz und Biotit) Titanmagneteisen, Iserin (Titaneisen), schwarzer Spinell, Brauneisenerz, Psilomelan, Rauchquarz, ein derbes chloritisches Mineral, Zirkon mit Hyazinth, Rutil, Roteisenerz, roter Jaspis, Saphir, gemeiner Korund, Amethyst, grüner Saphir, Sericit, Bergkristall, Kaolin, Schwefelkies, ferner die 4 seltenen Mineralarten des Museums der Naturfreunde in Reichenberg: Rubin, edler Spinell, Smaragd und Axinit (?), dann Niobit, Nigrin (Iserit) und blauer Spinell (beschrieben und analysiert von Janovsky, Belegexemplare waren nicht zu erfragen), endlich grüner Turmalin (beschrieben von Websky) und schwarzer Turmalin (angegeben von A. Reuss).

Zweifelhaft sind 8 (Hessonit, Granat, Cuprit, Karneol, Sardonyx, Türkis, gelber Topas und Gold), unmöglich die in älteren Schriften angeführten 3 Minerale: Diamant, Olivin und Silber.

Gerade bei den besseren Mineralen wirkt die Kleinheit ihrer

Individuen recht ungünstig; die meisten schwanken in ihrer Größe zwischen 1—5 mm, seltener sind Stücke von 5—10 mm und solche über 1 cm Länge und entsprechendem Gewicht von ein bis mehreren Gramm gehören zu den großen Seltenheiten. Je nach ihrer Farbe und Häufigkeit finden die Minerale in 5 Gruppen eine nähere Besprechung: a) schwarze Minerale, gewöhnlich mit dem Sammelnamen „Iserine" bezeichnet, b) rote Minerale, die Rubine der Sammler, c) blaue, d) grüne, e) weiße und gelbe.

Weitaus am häufigsten sind die sogenannten Iserine, welche an manchen Stellen der Kleinen Iser fast die Hälfte des Sandes ausmachen. Die nicht sortierten Körner, welche als „Iserine" in die Sammlungen gelangen, gehören drei verschiedenen Mineralarten an; von einer größeren Gewichtsmenge entfallen $\frac{2}{3}$ auf Titanmagneteisen, $\frac{1}{10}$ auf schwarzen Spinell, der Rest auf den sehr schwach bis unmagnetischen Iserin. Äußerlich ist an Körnern von Iserin und Titanmangneteisen kein Unterschied wahrzunehmen; sie sind zugerundet und mattgeschliffen, ohne deutliche Kristallform, meist zwischen 2 mm und 1 cm lang und selten 1,5 g schwer. Sie weisen alle möglichen Abstufungen ihres Magnetismus auf von stark magnetisch bis unmagnetisch, auch die Dichte ist recht schwankend (zwischen 4,755 und 4,554), so daß die Grenze zwischen beiden ziemlich willkürlich erscheint. Der Verf. rechnet jene Körner zum Titanmagneteisen, die mittels eines starken Hufeisenmagneten von 1 kg Tragkraft noch herausgehoben werden konnten. Auch bei diesen ist der Magnetismus noch recht verschieden, ebenso wie die Dichte, 4,755—4,722, im Mittel 4,735 für stark magnetische und 4,732—4,684, im Mittel 4,716 für schwach magnetische. Beim Iserin schwankt die Dichte zwischen 4,718 und 4,554 (Mittelwert 4,648). Das Pulver beider Minerale ist in kochender Salzsäure nicht völlig löslich (im Gegensatze zu den bis nußgroßen, schaligen Magnetitkörnern des Basaltes vom Buchberge mit der Dichte 4,837); stark magnetische Körner hinterlassen einen geringeren, unmagnetische einen größeren Rückstand von TiO_2. Mit Berücksichtigung der Angaben und Analysen nach Hintze und Janovsky kann im allgemeinen als gesichert gelten, daß bei den „Iserinen" mit steigendem Gehalt von TiO_2 Dichte und Magnetismus abnehmen.

An stark magnetischen Körnern ist gelegentlich eine glatte, kaffeebraune Rinde von Rutil wahrnehmbar, die wohl als Ausscheidung von TiO_2 anzusehen ist, beziehungsweise als „Entmischungspseudomorphose", wie dies Pelikan bei walliser Ilmeniten genannt hat. Einzelne „Iserinkörner" und Pleonastkristalle zeigen runde Löcher, wie von Einstichen herrührend, wahrscheinlich Eindrücke angrenzender Minerale, etwa von Zirkonkristallen des Muttergesteins.

Vom schwarzen Spinell werden außer unregelmäßigen

Bruchstücken recht häufig oktaedrische Kristalle gefunden; sie sind jedoch meist zerbrochen und verzerrt. Die größten Stücke zeigen keine Kristallflächen und wiegen 2—4 g, übertreffen also an Gewicht die „Iserine“, sowie die anderen besseren Minerale der Edelsteinseifen. Zum Schleifen für Schmucksteine sind sie hervorragend gut geeignet.

Die übrigen schwarzen Minerale treten an Menge gegenüber den besprochenen außerordentlich zurück. Von dem interessanten Niobit, den Jánovsky seinerzeit unter Iserinkörnern entdeckt und auch analysiert hat, ist seither kein Exemplar mehr gefunden worden, ebensowenig wie vom blauen Spinell.

Schon wesentlich seltener als die schwarzen sind die roten Minerale; unter diesen ist der Zirkon am häufigsten, namentlich in Form 1 mm großer Splitter. Verhältnismäßig oft werden mehr oder minder abgerollte Kristalle beobachtet, zumeist gestreckte Säulen der Kombination $\infty P . P$ und $\infty P\infty . P$; sie sind auffallend vollkommen spaltbar nach dem Prisma, wie die von A. Schmidt beschriebenen südaustralischen Zirkongerölle. Nur die kleinen, abgerundeten Splitter und viele Kristalle sind schön gelbrot bis kirschrot (Hyazinthe, d = 4,673), die größeren Stücke, bis 1 g und selbst über 3 g schwer, hingegen weißlichgrau bis graugelb und trüb (d = 4,688). Durch Glühen entfärben sich alle sehr schnell, und zwar bleibend.

Rubine von der Iserwiese sind nur wenige bekannt; fünf besitzt das Reichenberger Museum der Naturfreunde, darunter einen 4 × 2,5 × 2,5 mm großen, schön roten Kristall, das Fragment einer kaum abgerollten, steilen, quer zerbrochenen Pyramide mit vorwaltender Form z = 4P2, auf 3 Seitenflächen und der Basis als Absonderungsfläche Zwillingsstreifung nach R.

Edler Spinell ist bloß im Reichenberger Museum vertreten: 3 Rubinspinelle, davon ein 4 mm hohes, halbes, nicht abgerolltes O und 6 Ballasrubine, nämlich 5 Splitter und ein prächtiger Zwilling nach dem Spinellgesetz, 4 × 3 × 3 mm groß.

Das Hauptmineral der Iserwiese war seit jeher der Saphir, der in vielen größeren Sammlungen enthalten ist; er wird noch weit seltener als der Zirkon gefunden. Nach den Erfahrungen des Verf.'s stellt sich das Häufigkeitsverhältnis der drei wichtigsten Minerale der Iserwiese „Iserine“ : Zirkone : Saphir annähernd wie 10000 : 10 : 1. Der Saphir tritt hier in verschiedenen blauen Farbennuancen und verschiedenem Grade der Durchsichtigkeit auf. Rein blaue sind verhältnismäßig selten; ihr Dichroismus o kornblumenblau, e indigoblau; meist ist der blauen Farbe bei durchsichtigen Stücken ein grüner Ton beigemischt. Solche sind stark dichroitisch (o kornblumenblau, e meergrün). Auch ganz grüne werden gefunden, welche dem bloßen Auge nach einer Richtung grün, nach der anderen blau erscheinen; bei diesen ist o korn-

blumenblau, e gelblichgrün. Die blaue Farbe ist bei durchsichtigen Stücken nicht gleichmäßig verteilt, sondern schlierig. Schwarzblaue und dabei undurchsichtige, also „tintige“ Saphire waren schon zu Beginn des 17. Jahrhunderts von der Iserwiese bekannt. Alle Exemplare sind mehr oder weniger abgerollt, verhältnismäßig nicht gar selten sind sechsseitige Prismen und Bruchstücke sechsseitiger Pyramiden, hie und da mit zarter Zwillingsstreifung auf den Absonderungsflächen nach der Basis. Schön blaue, dabei durchsichtige und etwas größere schleifwürdige Stücke sind selten. 4 Karat kann jedoch nicht, wie ZIPPE angegeben hat, als Höchstgewicht gelten. Das böhmische Landesmuseum besitzt solche von 7 und 9 Karat und auch jetzt noch werden gelegentlich, wenn auch nicht jedes Jahr, etwa 10 Karat schwere Stücke gefunden. Von DOELTER wurden auch Saphire von der Iserwiese auf ihr Verhalten gegen Radiumstrahlen geprüft; im Gegensatz zu solchen anderer Herkunft, welche sich dabei violett färbten, behielten diese ihre Farbe unverändert bei.

Die schön grünen Saphire, also orientalische Smaragde, sind auf der Iserwiese recht selten, doch kommt hier auch der echte Smaragd, wenn auch als sehr große Seltenheit, vor. Das Reichenberger Museum besitzt hievon ein 4 × 4 × 3 mm großes Bruchstück eines der Länge nach halbierten Kristalles mit grauem, trübem Kern und dünner, schön smaragdgrüner, durchsichtiger Rinde. Ein anderes, blaß bläulichgrünes Mineral der genannten Sammlung gehört vielleicht zum Axinit (?). Es ist ein flaches Bruchstück eines 3 × 2 × 1 mm großen Kristalles mit neun schmalen Flächen, anscheinend der Kombination P . l . u . s und v . P . u . s . x. Von der Gruppe der weißen und gelben Minerale ist nichts Bemerkenswertes anzuführen.

Durch die Mannigfaltigkeit ihrer Minerale erinnert die Iserwiese sehr an die Edelsteinseifen auf Ceylon, mit denen sie außer dem Saphir und Zirkon eine ziemliche Anzahl Minerale gemein hat, namentlich aber den Reichtum titanhaltiger Eisenerze, welche auch in den Saphirseifen von Siam eine hervorragende Rolle spielen.

Die Gewinnung der besseren Minerale ist seit mehr als zwei Jahrzehnten auf das Durchsuchen der Alluvionen der Kleinen Iser beschränkt. Beim Suchen nach Edelsteinen gelten die „Iserine“ als Leitminerale; je reicher an einer Stelle der Flußsand an Iserinen ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß hier auch Zirkone und Saphire erbeutet werden. Ehemals scheint hauptsächlich das Saphirflössel Edelsteine geliefert zu haben, wie schon sein Name besagt; von da stammen laut Zettels auch die erwähnten seltenen Minerale des Reichenberger Museums. In früheren Jahrhunderten, seit 1550, als Bergleute am Buchberge auf der Iserwiese sich ansiedelten, ist offenbar die unverwaschene Lagerstätte am Saphirflössel nach Edelsteinen durchwühlt worden,

wie noch jetzt Reste alter, wieder beraster Gruben erkennen lassen. Doch ist die Lagerstätte dadurch keineswegs erschöpft worden, wie Jokély meinte, zumal nur ein kleiner Bruchteil der Ablagerung durchsucht worden ist, während der größte Teil derselben noch unberührt daliegt. Nachdem das Vorkommen von Saphir auf der Iserwiese seit mehr als 30 Jahren sehr in Frage gestellt war, hat der Verf. durch eigenhändige Funde, sowohl in den Alluvionen der Kleinen Iser wie auch in der unverwaschenen Lagerstätte, den Beweis erbracht, daß die Iserwiese tatsächlich noch Saphire birgt, und zwar, in Anbetracht der Ausdehnung der unberührten Lagerstätte, zweifellos in sehr bedeutender Menge.

Das Material der Edelsteinseifen der Iserwiese, sowohl der diluvialen Ablagerung wie auch der Flußsande, besteht nur aus den Zerstörungsprodukten des Granites, beziehungsweise aus abgerollten Trümmern der darin enthaltenen Pegmatite, Aplite und insbesondere Quarzgänge. An der Zusammensetzung der Ablagerung kann der Basalt des Buchberges schon aus örtlichen Gründen (seine Entfernung beträgt über 1 km) nicht beteiligt sein. Demnach werden auch alle darin vorhandenen Minerale nur dem Granit entstammen, obgleich der Verf. weder beim Absuchen des Bachlaufes des Saphirflössels und eines Seitengrabens, noch auch im anstehenden Gestein auf der Höhe des Welschen Kammes eines der Charakterminerale Iserin, Pleonast, Zirkon und Saphir nachzuweisen vermochte. Für die Herkunft der Minerale aus dem Granit jedoch spricht die Verwachsung einiger derselben mit Quarz- und Feldspatsplittern, so beim Niobit (Janovsky), schwarzen Turmalin und Chlorit (A. Reuss), Titanmangneteisen, Iserin, Eisenglanz, dichten Roteisenerz, Rutil und Sericit (der Verf). Das Material zur Bildung der Ablagerung hat ein eiszeitlicher Gletscher wohl der Nordseite des benachbarten Welschen Kammes (dem Alten Bruch der Revierkarte) entnommen, wobei wahrscheinlich die mineralreichen Schlieren und Gänge des Granites aufgebraucht wurden. Wenn noch Reste davon übrig sind, so liegen sie heute offenbar unter den massenhaften Verwitterungsprodukten des Granites völlig begraben.

J. Blumrich.

Personalia.

Joh. Chr. Moberg †.

Am 30. Dezember 1915 starb Dr. phil. Joh. Chr. Moberg, Professor für Mineralogie und Geologie an der Universität Lund, 62 Jahre alt; die Geologie hat in ihm einen hervorragenden Silurforscher verloren.

Moberg wurde in Solberga (bei Ystad) am 11. Februar 1854 geboren; er studierte an der Universität Lund und erlangte 1884 die Doktorwürde. Von 1885 bis 1900 war er teils Dozent für

Geologie, teils Paläontologe an „Sveriges geolog. undersökning" und wurde 1900 (als Nachfolger Bernhard Lundgrens) Professor für Mineralogie und Geologie in Lund. Seine ersten Arbeiten behandelten die Kreideformation Südschwedens, und in seiner Inaugural-Dissertation („Cephalopoderna i Sveriges kridtsystem. I. Sveriges kridtsystem systematiskt framstäldt." Stockholm 1884) gibt er eine genaue, stratigraphische Beschreibung der Oberkreide Schwedens; später beschrieb er auch das Lias in Südost-Schonen („Om Lias i sydöstra Skåne." Stockholm 1888).

Sein eigentliches Arbeitsfeld aber ist Cambrium und Silur; er hat in einer langen Reihe von Publikationen sehr wertvolle Beiträge zur Paläontologie und Stratigraphie dieser Formationen gegeben. Er hat erreicht, daß Schonen jetzt eine klassische Gegend für das Studium des ältesten Paläozoicums geworden ist. Die Arbeiten Moberg's tragen durchgehend einen objektiven, beschreibenden Charakter und haben fast alle die Aufgabe, die Schichtenfolge und die Fauna der sehr variierenden Ablagerungen Südschwedens aufzuklären. Nur in einzelnen Fällen beschäftigte er sich mit Fragen von mehr theoretischer Art, z. B. in „Nya bidrag till utredning af frågan om gränsen mellan undersilur och kambrium" (Geolog. Fören Förhandl. Stockholm 1900), wo er vorschlägt, den *Dictyograptus*-Schiefer als Basis des Untersilur zu betrachten.

Auch auf einem anderen Gebiet hat Moberg Bedeutung für die Geologie gehabt, nämlich als Organisator des geologischen Instituts in Lund. Daß dieses Institut jetzt gute, modern aufgestellte Sammlungen und eine wertvolle Fachbibliothek enthält, ist ganz das Werk von Professor Moberg. Dieses Institut ist auch die Heimat von „Lunds geologiska fältklubb", einer Vereinigung, in der die Studenten lernen, wissenschaftlich zu arbeiten; schöne Resultate liegen in der Publikationsreihe „Meddelanden från Lunds geolog. fältklubb" vor. Diese Vereinigung ist 1892 von Moberg gestiftet worden.

Der Verstorbene war ein anspruchsloser und rechtlicher Mann und für seine Freunde ein getreuer und hilfreicher Freund.

Ein Verzeichnis der Publikationen von Professor Moberg findet man am besten in:

Maps and Memoirs on Swedish Geology. Sveriges geolog. undersökning. 1910.

J. C. Moberg, Guide for the principal Silurian districts of Scania. (Kongreß-Führer 1910.)

— Historical-stratigraphical review of the Silurian of Sweden. Sveriges geolog. undersökning. 1910.

E. M. Nörregaard.

Gestorben: Am 8. Februar 1916 Dr. **Theodor Brandes**, Privatdozent der Geologie und Paläontologie in Leipzig, an den Folgen eines Unfalles, den er im September 1915 als Flugschüler erlitten hatte.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die Deformation der Raumgitter durch Schiebung.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

I. Rationale Paare von Schiebungselementen.

K_1 und K_2 seien die beiden Kreisschnittsebenen einer einfachen Schiebung, σ_1 und σ_2 die Schnittgeraden von K_1 bezw. K_2 mit der Ebene der Schiebung. Entweder K_1, σ_2 oder K_2, σ_1 oder jedes dieser Paare ist ein „rationales Paar von Schiebungselementen“. Ein solches rationales Paar habe die Symbole (hkl) und [uvw], wo (hkl) eine Gitterebene und [uvw] eine Gitterlinie ist.

Welche Werte müssen die Indizes h, k, l, u, v, w annehmen, damit durch die Schiebung ein Gitter in sich deformiert wird?

Das Symbol [efg] einer Gitterlinie geht durch Schiebung in [e′f′g′] über, und es gilt, wenn ϱ ein Proportionalitätsfaktor ist,

$$(1)\quad \begin{cases} \varrho\, e' = e\,(h u - k v - l w) + 2 f k u + 2 g l u \\ \varrho\, f' = f\,(k v - l w - h u) + 2 g l v + 2 e h v \\ \varrho\, g' = g\,(l w - h u - k v) + 2 e h w + 2 f k w. \end{cases}$$

Der Parameter einer Gitterlinie [efg] werde durch [e . f . g] symbolisiert.

Von jetzt ab sollen alle Indizes auf drei konjugierte Gitterlinien als Koordinatenachsen X, Y, Z mit den Parametern [1 . 0 . 0], [0 . 1 . 0] und [0 . 0 . 1] bezogen werden.

Gehen nun irgend drei nicht komplanare Parameter $[e_1 . f_1 . g_1]$, $[e_2 . f_2 . g_2]$ und $[e_3 . f_3 . g_3]$ in $[e_1' . f_1' . g_1']$, $[e_2' . f_2' . g_2']$ und $[e_3' . f_3' . g_3']$ über, und setzt man die Determinanten

$$\begin{vmatrix} e_1 & f_1 & g_1 \\ e_2 & f_2 & g_2 \\ e_3 & f_3 & g_3 \end{vmatrix} = D \text{ und } \begin{vmatrix} e_1' & f_1' & g_1' \\ e_2' & f_2' & g_2' \\ e_3' & f_3' & g_3' \end{vmatrix} = D',$$

so muß, abgesehen vom Vorzeichen, gelten

$$(2)\qquad D = D'.$$

Gleichung (2) besagt, daß jedes primitive Parallelepiped durch die Schiebung in ein primitives übergeführt wird.

Setzt man in der Determinante D′ entsprechend den Gleichungen (1) $e_1' = \frac{1}{\varrho_1}\left(e_1\,(h u - k v - l w) + 2 f_1 k u + 2 g_1 l u\right)$,

$e_2' = \frac{1}{\varrho_2}\left(e_2(hu - kv - lw) + 2f_2ku + 2g_2lu\right)$ etc., wo ϱ_1, ϱ_2 und ϱ_3 positive ganze Zahlen sind, so ergibt sich

(3) $$D' = \frac{D(hu + kv + lw)^3}{\varrho_1\varrho_2\varrho_3}.$$

Aus (2) und (3) folgt

(4) $$\varrho_1\varrho_2\varrho_3 = (hu + kv + lw)^3.$$

Da die Koeffizienten e, f, g der Gleichungen (1) unendlichfach variabel sind, so ist jeder der Faktoren ϱ_1, ϱ_2, ϱ_3 der größte gemeinsame Teiler der neun Ausdrücke $hu - kv - lw$, $2ku$, $2lu$, $kv - lw - hu$, $2lv$, $2hv$, $lw - hu - kv$, $2hw$ und $2kw$, woraus folgt, daß $\varrho_1 = \varrho_2 = \varrho_3$; mithin ist

(5) $$\varrho_1 = \varrho_2 = \varrho_3 = hu + kv + lw.$$

Folglich ergibt sich, wenn $z_1, z_2, \ldots z_9$ neun relativ prime Zahlen bedeuten,

(6) $$\left\{\begin{array}{lll} \frac{hu - kv - lw}{hu + kv + lw} = z_1, & \frac{2ku}{hu + kv + lw} = z_2, & \frac{2lu}{hu + kv + lw} = z_3, \\ \frac{kv - lw - hu}{hu + kv + lw} = z_4, & \frac{2lv}{hu + kv + lw} = z_5, & \frac{2hv}{hu + kv + lw} = z_6, \\ \frac{lw - hu - kv}{hu + kv + lw} = z_7, & \frac{2hw}{hu + kv + lw} = z_8, & \frac{2kw}{hu + kv + lw} = z_9. \end{array}\right.$$

Die neun Gleichungen (6) bilden die notwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür, daß das Gitter durch die Schiebung in sich deformiert wird.

II. Mögliche Gitterarten und mögliche Gitter.

Sollen die Gleichungen (6) für eine tatsächliche oder für eine angenommene Schiebung einer Kristallart aufgestellt werden, so ist aus den 14 Gitterarten jede mit der Symmetrie der Kristallart verträgliche auszuwählen; Γ_γ bedeute eine solche Gitterart. Nun seien $(h'k'l')$ und $[u'v'w']$ die üblichen kristallographischen Symbole eines rationalen Paares von Schiebungselementen, $(p_1^1 p_2^1 p_3^1)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2)$ und $(p_1^3 p_2^3 p_3^3)$ diejenigen der Flächen eines primitiven Parallelepipedons Π von Γ_γ und schließlich $(q_1 q_2 q_3)$ dasjenige einer Fläche, welche auf den Kantenrichtungen von Π die Gitterparameter τ_x, τ_y, τ_z abschneidet. Man transformiert jetzt die Indizes auf das primitive Parametertripel τ_x, τ_y, τ_z, so daß $(p_1^1 p_2^1 p_3^1)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3)$ und $(q_1 q_2 q_3)$ der Reihe nach übergehen in (100), (010), (001) und (111). Hierdurch werden $(h'k'l')$ und $[u'v'w']$ in (hkl) und $[uvw]$ transformiert, und es ist[1]

(A₁) $$h:k:l = \frac{|h'p^2p^3|}{R_1} : \frac{|p^1h'p^3|}{R_2} : \frac{|p^1p^2h'|}{R_3},$$

[1] Th. Liebisch, Geom. Krist. Leipzig 1881. 5. Kap.; Encykl. d. math. Wiss. V. 1. p. 411. 1906.

$$(A_2)\quad u:v:w = R_1^2(p_1^1 u' + p_2^1 v' + p_3^1 w') : R_2^2(p_1^2 u' + p_2^2 v' + p_3^2 w') : R_3^2(p_1^3 u' + p_2^3 v' + p_3^3 w').$$

In (A_1) und (A_2) ist $R_1 = |q_1\, p^2 p^3|$, $R_2 = |p^1 q_2 p^3|$, $R_3 = |p^1 p^2 q_3|$ und

$$|q_1\, p^2 p^3| = \begin{vmatrix} q_1 & p_1^2 & p_1^3 \\ q_2 & p_2^2 & p_2^3 \\ q_3 & p_3^2 & p_3^3 \end{vmatrix},\quad |p^1 h' p^3| = \begin{vmatrix} p_1^1 & h' & p_1^3 \\ p_2^1 & k' & p_2^3 \\ p_3^1 & l' & p_3^3 \end{vmatrix}\ \text{etc.}$$

Die den Indizes h, k, l bezw. u, v, w proportionalen Ausdrücke von (A_1) und (A_2), welche bestimmte Funktionen der unbekannten p- und q-Werte darstellen, werden in (6) eingesetzt. Die Bedingung, daß z_1 bis z_9 in (6) relativ prim sein sollen, ergibt entweder kein rationales Paar (h k l), [u v w] oder endlich viele oder unendlich viele. Im ersten Falle wird kein Gitter der betrachteten Art durch die gegebene Schiebung in sich deformiert, im zweiten Falle endlich viele Gitter, im dritten unendlich viele; diese Gitter, einer und derselben der 14 Gitterarten angehörig, unterscheiden sich durch ihre individuellen Konstanten.

Jedes der verschiedenen rationalen Paare (h k l), [u v w], die sich aus (6) ergeben, liefert in folgender Weise ein einziges schiebungsfähiges Gitter der betrachteten Gitterart. Durch (6) erhält man für jedes p und für jedes q eine Anzahl n von verschiedenen, mehr oder weniger bestimmten Werten; die zusammengehörigen Werte bestimmen jedesmal ein rationales Paar (h k l), [u v w], dessen Indizes bestimmte Funktionen jener p- und q-Werte sind. Die letzteren ergeben ohne weiteres die üblichen kristallographischen Symbole $(p_1^1\, p_2^1\, p_3^1)$, $(p_1^2\, p_2^2\, p_3^2)$, $(p_1^3\, p_2^3\, p_3^3)$ und $(q_1\, q_2\, q_3)$ der Flächen eines primitiven Parallelepipedons und einer Einheitsfläche eines Gitters der untersuchten Gitterart. Je nachdem jene p- oder q-Werte ganz oder teilweise bestimmt sind, ist das Gitter ganz oder teilweise definiert.

III. Folgerungen.

Macht man zwei konjugierte Gitterlinien innerhalb (h k l) zur Y- und Z-Achse und eine zu (h k l) konjugierte Gitterlinie zur X-Achse, so ist in (6) $h = |1|$, $k = 0$, $l = 0$ zu setzen, woraus folgt

$$\text{(I)}\qquad h\,u + k\,v + l\,w = \left\{\begin{array}{l} \text{entweder} \\ \underline{+}\,1 \\ \text{oder} \\ \underline{+}\,2 \end{array}\right.$$

Die Gleichung (I) sagt in Worten: Irgend zwei konjugierte Parameter parallel (h k l) und der Parameter parallel [u v w] bilden stets die drei Kanten eines entweder primitiven oder einfach zentrierten Gitterparallelepipedons. Dieser auf anderem Wege von Wallerant[1] gefundene Satz ergibt sich also unmittelbar aus

[1] F. Wallerant, Bull. Soc. franç. Minér. 27. p. 169. 1904.

unseren Gleichungen (6), gestattet aber im Gegensatz zu den letzteren nicht, die einer gegebenen Schiebung fähigen Gitter abzuleiten.

Aus (I) lassen sich noch zwei allgemeine Folgerungen ziehen; bezeichnen wir die ein rationales Paar bildenden Schiebungselemente (hkl) und [uvw] zur Abkürzung mit K und σ, so gilt:

(Ia). In keiner // σ verlaufenden Gitterebene E darf die Richtung ihres kleinsten Parameters innerhalb des spitzen Winkels liegen, den die Spuren der beiden Kreisschnittsebenen in E bilden.

(IIb). In keinem Gitter darf die Richtung des kleinsten Parameters in dem spitzen Winkel der beiden Kreisschnittsebenen liegen.

Existieren zwei rationale Paare von Schiebungselementen, also $K_1 = (h_1 k_1 l_1)$, $\sigma_2 = [u_2 v_2 w_2]$, sowie $K_2 = (h_2 k_2 l_2)$, $\sigma_1 = [u_1 v_1 w_1]$, so sind vier Fälle zu unterscheiden:

(Iα) $$|h_1 u_2 + k_1 v_2 + l_1 w_2| = |h_2 u_1 + k_2 v_1 + l_2 w_1| = |1|.$$

Das Netz in K_1 und dasjenige in K_2 sind beide rechtwinklig; K_1, K_2, S, wo S die „Ebene der Schiebung“ ist, sind Flächen eines primitiven Parallelepipeds.

(Iβ) $$|h_1 u_2 + k_1 v_2 + l_1 w_2| = |h_2 u_1 + k_2 v_1 + l_2 w_1| = |2|.$$

Entweder ist das Netz in K_1 sowie dasjenige in K_2 rechtwinklig und bilden K_1, K_2, S die Flächen eines entweder raumzentrierten oder in S zentrierten Parallelepipedons; oder aber das Netz in K_1 sowie dasjenige in K_2 besteht aus Rhomben, und K_1, K_2, S sind Flächen eines in K_1 und in K_2 zentrierten Parallelepipeds.

(Iγ) $$|h_1 u_2 + k_1 v_2 + l_1 w_2| = |1|, \quad |h_2 u_1 + k_2 v_1 + l_2 w_1| = |2|.$$

Das Netz in K_1 besteht aus Rhomben, dasjenige in K_2 aus Rechtecken, und K_1, K_2, S bilden die Flächen eines in K_1 zentrierten Parallelepipedons.

(Iδ) $$|h_1 u_2 + k_1 v_2 + l_1 w_2| = |2|, \quad |h_2 u_1 + k_2 v_1 + l_2 w_1| = |1|.$$

Die für K_1 und K_2 in (Iγ) gegebenen Charakteristiken sind gegeneinander vertauscht.

Also gilt allgemein: Gehorchen h_1, k_1, l_1, u_2, v_2, w_2 der Gleichung (I), so wird diese auch von h_2, k_2, l_2, u_1, v_1, w_1 befriedigt.

IV. Beispiele.

Im folgenden sollen einige schiebungsfähige Kristallarten den Formeln (6) unterworfen werden.

1. Kalkspat.

a) Die rhomboedrischen Gitter.

Wir verwenden zunächst die BRAVAIS'schen Symbole unter Weglassung des zweiten Index. Die zweite Kreisschnittsebene heißt dann $(1\bar{1}1)$, die Gleitrichtung $[1\bar{1}1]$. Die Flächen des unbestimmten Rhomboeders $\{\pi\pi\lambda\}$ bilden ein primitives Parallelepipedon, dessen Kanten drei konjugierte Parameter eines rhomboedrischen Gitters darstellen und daher zu Koordinatenachsen X, Y, Z gewählt werden dürfen; die Basis (001) schneidet auf X, Y, Z deren drei Parameter ab, wird also zur Einheitsfläche. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1\, p_2^1\, p_3^1) = (\pi\pi\lambda)$, $(p_1^2\, p_2^2\, p_3^2) = (\bar{\pi}\, 0\, \lambda)$, $(p_1^3\, p_2^3\, p_3^3) = (0\, \pi\, \lambda)$, $(q_1\, q_2\, q_3) = (001)$, $(h'k'l') = (1\bar{1}1)$ und $[u'v'w'] = [1\bar{1}1]$. Dann ergeben jene Gleichungen $(h\,k\,l) = (2\lambda + \pi \,\|\, \pi - \lambda \,\|\, \pi - \lambda)$[1] und $[u\,v\,w] = [\lambda + 2\pi \,\|\, \lambda - \pi \,\|\, \lambda - \pi]$. Setzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in die neun Gleichungen (6) ein, so nehmen diese die folgenden Formen an:

$$z_1 = \frac{4\lambda^2 + \lambda\pi + 4\pi^2}{9\lambda\pi}, \quad z_2 = z_3 = \frac{-\lambda^2 - 2\lambda\pi + 4\pi^2}{9\lambda\pi}$$

$$z_4 = z_7 = \frac{-2\lambda^2 - 5\lambda\pi - 2\pi^2}{9\lambda\pi}, \quad z_5 = z_9 = \frac{-2\lambda^2 + 4\lambda\pi - 2\pi^2}{9\lambda\pi}$$

$$z_6 = z_8 = \frac{4\lambda^2 - 2\lambda\pi - 2\pi^2}{9\lambda\pi}.$$

Nun sollen z_1 bis z_9 ganzzahlig und relativ prim sein; auch müssen offenbar λ und π als Indizes des Symbols $\{\pi\pi\lambda\}$ ebenfalls ganzzahlig und relativ prim sein. Mithin ist entweder $\lambda = 1$, $\pi = 1$ oder $\lambda = 1$, $\pi = -2$ oder $\lambda = -2$, $\pi = 1$. Daraus folgen drei mögliche rationale Paare von Schiebungselementen $(h\,k\,l)$, $[u\,v\,w]$, nämlich in MILLER'scher Symbolik $(2\lambda + \pi \,\|\, \pi - \lambda \,\|\, \pi - \lambda)$, $[2\pi + \lambda \,\|\, \lambda - \pi \,\|\, \lambda - \pi] = (100)$, $[100]$ oder $= (011)$, $[\bar{1}11]$ oder $= (\bar{1}11)$, $[011]$.

Demnach ist das primitive Rhomboeder der möglichen rhomboedrischen Gitter $\{\pi\bar{\pi}\lambda\} = \{1\bar{1}0\}$ oder $= \{1\bar{1}\bar{2}\}$ oder $= \{\bar{2}21\}$; das gibt nach Einfügung des zweiten Index die BRAVAIS'schen Symbole $\{10\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}012\}$, $\{\bar{2}021\}$ und demnach die MILLER'schen Symbole $\{100\}$, $\{011\}$, $\{\bar{1}11\}$[2].

---

[1] Das Zeichen $\|$ dient hier und im folgenden lediglich zur Trennung der drei Indizes innerhalb der Symbole.

[2] Das vierte der in Zeitschr. f. Krist. **54**. p. 155. 1914 abgeleiteten rhomboedrischen Gitter, nämlich dasjenige mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{3}11\} = \{40\bar{4}1\}$, fällt also fort. Die in Physikal. Zeitschr. **15**. p. 715. 1914 über die Atombewegungen der Kalkspatschiebung gemachten Angaben bleiben völlig bestehen; die Ca-Atome und die C-Atome können geradlinige Wege beschreiben, die O-Atome nicht. Vergl. darüber den Artikel „Kristallstruktur" in Fortschr. d. Miner. **5**. 1915.

b) Die hexagonalen Gitter.

Wir verwenden zunächst wieder die Bravais'schen Symbole unter Weglassung des zweiten Index. Die zweite Kreisschnittsebene heißt dann $(1\bar{1}1)$, die Gleitrichtung $[1\bar{1}1]$. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden (α und β).

α.

Die Flächen (100), (010), (001) bilden ein primitives Parallelepipedon, und die unbestimmte Rhomboederfläche $(\pi\bar{\pi}\lambda)$ wird zur Einheitsfläche, indem sie auf den Kanten jenes Parallelepipedons drei Gitterparameter abschneidet. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1 p_2^1 p_3^1) = (100)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2) = (010)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3) = (001)$, $(q_1 q_2 q_3) = (\pi\bar{\pi}\lambda)$, $(h'k'l') = (1\bar{1}1)$ und $[u'v'w'] = [1\bar{1}1]$. Dann ergeben jene Gleichungen $(hkl) = (\lambda\lambda\pi)$ und $[uvw] = [\pi\pi\lambda]$. Setzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in die neun Gleichungen (6) ein, so wird $z_1 = -\frac{1}{3}$; da z_1 bis z_9 ganzzahlig sein sollen, so ist Fall α als unmöglich nachgewiesen.

β.

Die Flächen (110), $(\bar{2}10)$, (001) bilden ein primitives Parallelepipedon, dessen Kanten wieder zu Koordinatenachsen gewählt werden; auf ihnen schneidet die unbestimmte „Pyramidenfläche zweiter Stellung" $(\pi\, 2\bar{\pi}\, \lambda)$ drei Gitterparameter ab; sie wird daher zur Einheitsfläche. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1 p_2^1 p_3^1) = (110)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2) = (\bar{2}10)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3) = (001)$, $(q_1 q_2 q_3) = (\pi\, 2\bar{\pi}\, \lambda)$, $(h'k'l') = (1\bar{1}1)$ und $[u'v'w'] = [1\bar{1}1]$. Dann ergeben jene Gleichungen $(hkl) = (\lambda\, 2\lambda\, 3\pi)$ und $[uvw] = [0\, 3\pi\, \lambda]$. Setzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in (6) ein, so wird $z_4 = \frac{1}{3}$, was unmöglich ist. Folglich wird kein einziges Gitter der hexagonalen Gitterart durch die Kalkspatschiebung in sich deformiert.

2. Aragonit[1].

a) Die Gitter nach rhombischen Säulen.

Die Flächen $(\pi\lambda 0)$, $(\pi\bar{\lambda}0)$, (001) bilden ein primitives Parallelepipedon, dessen drei konjugierte Kanten als Koordinatenachsen dienen können; auf ihnen schneidet die unbestimmte Makrodomenfläche $(\mu 0 \nu)$ drei Gitterparameter ab. Gleitfläche ist (110), Grundzone [310]. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1 p_2^1 p_3^1) = (\pi\lambda 0)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2) = (\pi\bar{\lambda}0)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3) = (001)$, $(q_1 q_2 q_3) = (\mu 0 \nu)$, $(h'k'l') = (110)$ und $[u'v'w']$

[1] Die im folgenden für Aragonit abgeleiteten Gitter hat O. Mügge (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XIV. p. 291—299. 1901) auf anderem Wege nachgewiesen.

$= [310]$. Dann ergeben jene Gleichungen $(h\,k\,l) = \left(\frac{\lambda + \pi}{\lambda\,\mu} \;\; \frac{\lambda - \pi}{\lambda\,\mu} \;\; 0\right)$ und $[u\,v\,w] = [3\,\pi + \lambda \,\|\, 3\,\pi - \lambda \,\|\, 0]$. Setzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in die neun Gleichungen (6) ein, so folgt:

$$z_1 = \frac{\lambda^2 + 3\,\pi^2}{4\,\lambda\,\pi}, \quad z_2 = \frac{\lambda^2 + 2\,\lambda\,\pi - 3\,\pi^2}{4\,\lambda\,\pi}, \quad z_3 = 0,$$
$$z_4 = -\,z_1, \quad z_5 = 0, \quad z_6 = \frac{-\,\lambda^2 + 2\,\lambda\,\pi + 3\,\pi^2}{4\,\lambda\,\pi},$$
$$z_7 = -\,1, \quad z_8 = 0, \quad z_9 = 0.$$

Da z_1 bis z_9 ganzzahlig und relativ prim sein sollen und offenbar auch λ und π als Indizes des Symbols $\{\pi\,\lambda\,0\}$ ganzzahlig und relativ prim sein müssen, so muß entweder $\lambda = \pi = 1$ oder $\lambda = 3$, $\pi = 1$ sein. Mithin erhalten die Flächen $(\pi\,\lambda\,0)$, $(\pi\,\bar{\lambda}\,0)$, (001) des obigen primitiven Parallelepipedons entweder die Symbole (110), $(1\bar{1}0)$, (001) oder (130), $(1\bar{3}0)$, (001).

b) Die Gitter nach Quadern.

Die Flächen (100), (010), (001) bilden ein primitives Parallelepipedon, dessen drei konjugierte Kanten wir zu Koordinatenachsen wählen; auf ihnen schneidet die unbestimmte Pyramidenfläche $(\pi\,\lambda\,\varkappa)$ drei Gitterparameter ab. Gleitfläche und Grundzone heißen wieder (110) bezw. [310]. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1\,p_2^1\,p_3^1) = (100)$, $(p_1^2\,p_2^2\,p_3^2) = (010)$, $(p_1^3\,p_2^3\,p_3^3) = (001)$, $(q_1\,q_2\,q_3) = (\pi\,\lambda\,\varkappa)$, $(h'\,k'\,l') = (110)$ und $[u'\,v'\,w'] = [310]$. Jene Gleichungen ergeben dann $(h\,k\,l) = (\lambda\,\pi\,0)$ und $[u\,v\,w] = [3\,\pi \,\|\, \lambda \,\|\, 0]$. Setzen wir die sechs Indizes dieser beiden Symbole in die Gleichungen (6) ein, so ergibt sich $z_1 = \frac{1}{2}$, was unmöglich ist. Folglich wird kein einziges Gitter der rektangulären Gitterart durch die Aragonitschiebung in sich deformiert.

3. Diopsid.

a) Die Gitter nach geraden rhomboidischen Säulen.

Gleitfläche ist (001), Grundzone [001]. Die Flächen (100), (010), $(\tau\,0\,\vartheta)$ bilden ein primitives Parallelepipedon, dessen drei konjugierte Kanten zu Koordinatenachsen gewählt werden sollen; auf ihnen schneidet die unbestimmte Pyramidenfläche $(\pi\,\lambda\,\varkappa)$ drei Gitterparameter ab. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1\,p_2^1\,p_3^1) = (100)$, $(p_1^2\,p_2^2\,p_3^2) = (010)$, $(p_1^3\,p_2^3\,p_3^3) = (\tau\,0\,\vartheta)$, $(q_1\,q_2\,q_3) = (\pi\,\lambda\,\varkappa)$, $(h'\,k'\,l') = (001)$ und $[u'\,v'\,w'] = [001]$. Jene Gleichungen ergeben dann $(h\,k\,l) = (\varkappa\,\tau \,\|\, 0 \,\|\, \varkappa\,\tau - \vartheta\,\pi)$ und $[u\,v\,w] = [001]$. Setzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in die Gleichungen (6) ein, so folgt:

$$\left\{\begin{array}{lll} z_1 = -\,1, & z_2 = 0, & z_3 = 0, \\ z_4 = -\,1, & z_5 = 0, & z_6 = 0, \\ z_7 = 1, & z_8 = \dfrac{2\,\varkappa\,\tau}{\varkappa\,\tau - \vartheta\,\pi}, & z_9 = 0. \end{array}\right.$$

Der Ausdruck $\frac{2\varkappa\tau}{\varkappa\tau - \vartheta\pi}$ muß also irgend eine ganze Zahl sein. Gleichung (I) ergibt

$$h u + k v + l w = \varkappa\tau - \vartheta\pi = \begin{cases} \text{entweder} \\ \pm 1 \\ \text{oder} \\ \pm 2. \end{cases}$$

Mithin können, wenn [001] die Grundzone ist, unendlich viele Ebenen (h0l) Gleitflächen sein; nur müssen nach ($I\alpha$) und ($I\beta$) die Flächen K_1, K_2, S ein Parallelepiped bilden, welches entweder primitiv oder raumzentriert oder in S zentriert ist. Die Winkel dieses Parallelepipedons sind bekannt, die Verhältnisse seiner Kantenlängen nicht.

b) Die Gitter nach schiefen rhombischen Säulen.

Hier findet man analog dem Vorigen und übereinstimmend mit ($I\beta$), ($I\gamma$), ($I\delta$), daß die Flächen K_1, K_2, S ein Parallelepipedon bilden, welches entweder in K_1 und in K_2 oder nur in K_1 oder nur in K_2 zentriert ist; die Winkel dieses Parallelepipedons sind bekannt, die Verhältnisse seiner Kantenlängen nicht.

4. $BaCdCl_4 . 4H_2O$.

Die Schiebung von $BaCdCl_4 . 4H_2O$ und anderen triklinen Kristallarten mit dem rationalen Paare von Schiebungselementen K, σ ergibt übereinstimmend mit (I): Zwei konjugierte Parameter $\mathfrak{k}$ und $\mathfrak{k}'$ in K und ein Parameter $\mathfrak{s}$ parallel σ bilden die drei Kanten eines Parallelepipedons, welches entweder primitiv oder raumzentriert oder in $\mathfrak{k}\mathfrak{s}$ flächenzentriert oder in $\mathfrak{k}'\mathfrak{s}$ flächenzentriert ist; von den Winkeln dieses Parallelepipedons ist nur derjenige zwischen K und σ bekannt, die Verhältnisse der Kantenlängen sind unbekannt.

5. Millerit.

a) Die rhomboedrischen Gitter.

Wir verwenden Miller'sche Symbole; dann bilden (011) als Gleitfläche und [111] als Grundzone ein rationales Paar von Schiebungselementen. Die Flächen des unbestimmten Rhomboeders $\{\pi\lambda\lambda\}$ bilden ein primitives Gitterparallelepiped, dessen konjugierte Kanten wir zu Koordinatenachsen wählen; auf ihnen schneidet die Basis (111) drei Parameter ab. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1 p_2^1 p_3^1) = (\pi\lambda\lambda)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2) = (\lambda\pi\lambda)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3) = (\lambda\lambda\pi)$, $(q_1 q_2 q_3) = (111)$, $(h'k'l') = (011)$

und $[u'v'w'] = [111]$. Dann ergeben jene Gleichungen $(h k l) = \left(\frac{2(\lambda^2 - \lambda\pi)}{(\lambda-\pi)^2} \; \frac{\pi^2 - \lambda\pi}{(\lambda-\pi)^2} \; \frac{\pi^2 - \lambda\pi}{(\lambda-\pi)^2}\right)$ und $[u v w] = [111]$. Setzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in (6) ein, so folgt:

$$z_1 = \frac{\lambda^2 - \pi^2}{(\lambda-\pi)^2}, \quad z_2 = z_3 = z_5 = z_9 = \frac{\pi^2 - \lambda\pi}{(\lambda-\pi)^2},$$

$$z_4 = z_7 = \frac{\lambda\pi - \lambda^2}{(\lambda-\pi)^2}, \qquad z_6 = z_8 = -\frac{2(\lambda\pi - \lambda^2)}{(\lambda-\pi)^2}.$$

Hieraus folgt $\lambda = \pi \pm 1$, $\pi = \infty$; also ist $(h k l) = (2 + 2\pi \,\|\bar{\pi}\|\, \pi)$ oder $= (2 - 2\pi \,\|\pi\|\, \pi)$ und $\{\pi\lambda\lambda\} = \{\pi \,\|\pi + 1\|\, \pi + 1\}$ oder $= \{\pi \,\|\pi - 1\|\, \pi - 1\}$.

Mithin stellen $(2 \pm 2\pi \,\|\mp \pi\|\, \mp \pi)$ und $[111]$ unendlich viele mögliche rationale Paare von Schiebungselementen dar, und wird andererseits jedes Gitter mit dem primitiven Rhomboeder $\{\pi \,\|\pi \pm 1\|\, \pi \pm 1\}$ durch die Millerit-Schiebung in sich deformiert.

b) Die hexagonalen Gitter.

Wir verwenden zunächst die Bravais'schen Symbole unter Weglassung des zweiten Index. Die Gleitfläche heißt dann $(\bar{1}12)$ und die Grundzone $[001]$. Wie bei Kalkspat, so sind auch hier zwei Gitterorientierungen zu unterscheiden (α und β).

α.

Die Flächen (100), (010), (001) bilden ein primitives Gitterparallelepiped, auf dessen konjugierten Kanten die unbestimmte Rhomboederfläche $(\pi\bar{\pi}\lambda)$ drei Parameter abschneidet. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1 p_2^1 p_3^1) = (100)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2) = (010)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3) = (001)$, $(q_1 q_2 q_3) = (\pi\bar{\pi}\lambda)$, $(h'k'l') = (\bar{1}12)$ und $[u'v'w'] = [001]$. Dann ergibt sich $(h k l) = \left(\frac{1}{\pi} \; \frac{1}{\pi} \; \frac{\bar{2}}{\lambda}\right)$ und $[u v w] = [001]$. Setzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in die neun Gleichungen (6) ein, so folgt:

$$z_1 = z_4 = -1, \quad z_2 = z_3 = z_5 = z_6 = 0,$$

$$z_7 = +1, \qquad z_8 = z_9 = -\frac{\lambda}{\pi}.$$

Hieraus folgt $\pi = |1|$, $\lambda = |1|$ oder $= |2|$. Somit ist $(h k l) = (11\bar{2})$ oder $= (112)$ oder $= (11\bar{1})$ oder $= (111)$ und $(\pi\bar{\pi}\lambda) = (1\bar{1}1)$ oder $= (1\bar{1}\bar{1})$ oder $= (1\bar{1}2)$ oder $= (1\bar{1}\bar{2})$. Wir setzen jetzt in (A_1) die Indizes folgender Symbole ein: $(p_1^1 p_2^1 p_3^1) = (100)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2) = (010)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3) = (001)$, $(q_1 q_2 q_3) = (1\bar{1}1)$ bezw. $= (1\bar{1}\bar{1})$ bezw. $= (1\bar{1}2)$ bezw. $= (1\bar{1}\bar{2})$ und $(h k l) = (11\bar{2})$ bezw. $= (112)$ bezw. $= (11\bar{1})$ bezw. $= (111)$; dann ergibt sich $(h'k'l') = (h'\bar{h}'l') = (\bar{1}12)$ bezw. $= (1\bar{1}2)$ bezw. $= (\bar{1}11)$ bezw. $= (1\bar{1}1)$

und nach Einfügung des zweiten Index $(h' 0 h' l') = (\bar{1}012)$ bezw. $= (10\bar{1}2)$ bezw. $= (\bar{1}011)$ bezw. $= (10\bar{1}1)$. Fügt man auch in obigen Symbolen $(\pi \bar{\pi} \lambda)$ den zweiten Index ein, so erhält man $(\pi 0 \pi \lambda) = (10\bar{1}1)$ bezw. $= (10\bar{1}\bar{1})$ bezw. $= (10\bar{1}2)$ bezw. $= (10\bar{1}\bar{2})$. Durch diese vier Einheitsflächen $(\pi 0 \pi \lambda)$ sind ebensoviele hexagonale Gitter definiert; diese vier Gitter sind die einzigen von der betrachteten Art und Stellung, welche durch die Millerit-Schiebung nach $(h' 0 \overline{h'} l') = (\bar{1}012)$ mit $K_2 = (0001)$ in sich deformiert werden.

β.

Wir untersuchen zum Schluß die hexagonalen Gitter nach basiszentrierten „Säulen zweiter Stellung". Die Flächen (110), $(\bar{2}10)$, (001) bilden ein primitives Gitterparallelepiped, auf dessen konjugierten Kanten die unbestimmte „Pyramidenfläche zweiter Stellung" $(\pi \| 2\pi \| \lambda)$ drei Parameter abschneidet. Mithin sind in (A_1) und (A_2) die Indizes folgender Symbole einzusetzen: $(p_1^1 p_2^1 p_3^1) = (110)$, $(p_1^2 p_2^2 p_3^2) = (\bar{2}10)$, $(p_1^3 p_2^3 p_3^3) = (001)$, $(q_1 q_2 q_3) = (\pi \| 2\bar{\pi} \| \lambda)$, $(h' k' l') = (\bar{1}12)$ und $[u' v' w'] = [001]$. Dann ergibt sich $(h k l) = \left(\frac{1}{3\pi} \frac{2}{3\pi} \frac{\bar{2}}{\lambda}\right)$ und $[u v w] = [001]$. Sétzt man die sechs Indizes dieser beiden Symbole in (6) ein, so folgt $z_8 = \frac{2}{3\pi}$, was unmöglich ist, da z_1 bis z_9 ganzzahlig sein müssen.

Kein einziges Gitter nach basiszentrierten hexagonalen Säulen zweiter Stellung wird durch die Millerit-Schiebung in sich übergeführt.

Die „Buchensteiner Schichten".

Von **A. Tornquist** in Graz.

Seit den stratigraphischen Arbeiten von v. Mojsisovics und Bittner in der südalpinen Trias bezeichnete man die Stufe des *Protrachyceras Curioni* und *Reitzi* als „Buchensteiner Schichten". Spätere Arbeiten über die Trias Venetiens und Südtirols hatten dann zu dem Resultat geführt, daß die Schichten am alten Kastell von Buchenstein in Südtirol, auf welche v. Richthofen seinerzeit die Bezeichnung „Buchensteiner Schichten" begründet hatte, weder dem Niveau des *Protrachyceras Curioni* noch dem des *P. Reitzi* angehören, sondern älter sein müssen. In neuester Zeit hat M. Horn sie in das obere Niveau der *Trinodosus*-Schichten versetzen können.

Aus dieser Erkenntnis erschien es einer Anzahl von Forschern bereits seit einigen Jahren unerläßlich, die Bezeichnung „Buchen-

steiner Schichten“ für die Schichtenniveaus der beiden genannten Protrachyceraten einzustellen, andere haben dagegen die Bezeichnung beibehalten.

Der Umstand, daß es sich um die Ausmerzung der Benennung eines wichtigen und in der Literatur häufig behandelten Horizontes der ozeanischen Trias handelt und daß die in Betracht kommenden Beobachtungen in einer Anzahl umfangreicher Spezialarbeiten enthalten sind, läßt es erwünscht erscheinen, die Gründe, welche für die Aufgabe der Bezeichnung „Buchensteiner Schichten“ sprechen, im folgenden zusammenzutragen. Eine Darstellung der historischen Entwicklung der Schichtbezeichnung hat auf Grund der damals vorliegenden Literatur schon im Jahre 1904 Hans Philipp gegeben, der als einer der ersten zugleich auf die bestehenden Widersprüche eingegangen ist.

F. v. Richthofen[1] hat im Jahre 1860 als Buchensteiner Schichten die „Kalke mit Feuerstein-Ausscheidungen“ benannt, „welche in typischer Entwicklung in der Nähe des alten Kastells Buchenstein auftreten“. Nach ihm „ziehen sich diese Schichten von hier einerseits bis Pieve durch das Livinallongo hindurch, andererseits in ununterbrochener Linie über Colle di Santa Lucia in die Codalonga und von dort in das venetianische Gebiet“. v. Richthofen stellte den leicht erkennbaren Horizont über seinen Mendola-Dolomit und im allgemeinen unter die Wengener Daonellen-Schichten und den hangenden Schlerndolomit.

Die Arbeiten von v. Mojsisovics[2] über die oberen Triasbildungen der Ostalpen und über die „Cephalopoden-Fauna der oenischen Gruppe“ aus dem Jahre 1869—70 und der Bericht von Stur[3] über eine Exkursion in die Umgebung von St. Cassian aus dem Jahre 1868 wenden dann nach dem Richthofen’schen Vorgang die Stufenbenennung auf Knollenkalke anderer Triasprofile, unter anderen wieder auf diejenigen der Pufelser Schlucht, an. *Arcestes tridentinus* wird nunmehr als ein Leitfossil der Stufe der „Buchensteiner Schichten“ bezeichnet. Die wichtigen stratigraphischen Untersuchungen von Böckh über die „Geologischen Verhältnisse des südlichen Teils des Bakony[4]“ ergaben sodann zum erstenmal, daß „*Ceratites*“ (*Protrachyceras*) *Reitzi* Böckh einem Horizont angehört, welcher ein wenig tiefer gelagert ist als derjenige des *Arcestes tridentinus* oder die Buchensteiner Schichten. Nunmehr nahm aber v. Mojsisovics[5] im Jahre 1873 eine Umdeutung vor, indem er die Buchensteiner Schichten des Grödner

[1] Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, Sanct Cassian und der Seiser Alpe in Südtirol. 1860. p. 64 f.

[2] Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1869 und 1870.

[3] Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1868.

[4] Jahrb. d. k. ungar. geol. Reichsanst. Budapest. **3**. 1873—74.

[5] Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1873.

Tales (Pufelser Schlucht) mit den *Reitzi*-Kalken des Bakony parallelisiert, und zwar auf Grund des Fundes eines *Trachyceras* cf. *Reitzi* in der Pufelser Schlucht, der mit den von Böckh aus dem Bakony beschriebenen Formen nicht ganz übereinstimmen sollte, später v. Mojsisovics[1] in seinem großen Cephalopoden-Werk der mediterranen Trias aber vollständig mit ihm vereinigt worden ist. *Arcestes tridentinus* wird nunmehr zum Leitfossil der Wengener Schichten im Hangenden der „Buchensteiner". Aus dieser Arbeit datiert die Identifizierung der „Buchensteiner Schichten" mit dem Horizont des *Protrachyceras Reitzi*, welche in der Folge aufrecht erhalten geblieben ist. Aus den Buchensteiner Schichten bei Buchenstein werden von v. Mojsisovics die auch bisher vereinzelt gebliebenen *Daonella tyrolensis, badiotica* und *Taramelli* aufgeführt. Hervorzuheben ist aber die Bemerkung von v. Mojsisovics aus dem Jahre 1873, daß es „vorläufig noch zweifelhaft ist, ob alle die Hornstein- und Knollenkalke, auf welche die Bezeichnung „Buchensteiner Kalk" angewendet worden ist, mit den paläontologisch, wenn auch noch sehr dürftig charakterisierten Bildungen des Grödner Tales zusammenfallen, welche im Normalprofil der Pufelser Schlucht von v. Richthofen Buchensteiner Kalk genannt wurden".

Die Identifizierung der Buchensteiner Schichten mit dem Horizont des *Protrachyceras Reitzi* wurde sodann im Jahre 1878 auch von Lepsius[2] aufgenommen, der die Benennung in die Triasprofile des Vicentins (Recoaro) und Judikariens einführte. In diesem Sinne sind dann auch die sehr wertvollen Gliederungen der „Buchensteiner Schichten" in einzelne Niveaus von Geyer[3] bei Bladen (Sappada) und von Bittner[4] in Judikarien vorgenommen worden. Diese Auffassung der Buchensteiner Schichten fand bei Frech[5] Aufnahme, als er aus der Horizontierung der ladinischen Ammoniten im Bakonywald zu einer weiteren Gliederung der „Buchensteiner Schichten" in einzelne Zonen übergehen konnte. Ihm gelang der Nachweis, daß *Protrachyceras Curioni*, das v. Mojsisovics aus dem Buchensteiner Knollenkalk von Marcheno in der Val Trompia, von Schilpario, aus dem vicentinischen Tretto und aus der Pufelser Schlucht im Jahre 1882 beschrieben hatte, in ein höheres Lager übergeht als dasjenige des *Protrachyceras Reitzi*. Dieser letztere bleibt damit der beste Zonenammonit der „Buchensteiner".

[1] Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. **10**. 1882. p. 113—114.

[2] Das westliche Südtirol. Berlin 1878.

[3] Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1898, 1900.

[4] Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1881 und 1883.

[5] Neue Cephalopoden aus den Buchensteiner, Wengener und Raibler Schichten des südl. Bakony. Resultate der wissenschaftl. Erforschung des Balatonsees. I, 1. 1903. p. 59.

Unterdessen hatte BITTNER[1] im Jahre 1892 die seither allgemein gebräuchliche Benennung der ladinischen Stufe für die Buchensteiner, Wengener und St. Cassianer Schichten eingeführt, und auch in der monographischen Bearbeitung der mediterranen Trias von v. ARTHABER[2] finden wir in diesem Sinne das tiefste Niveau der ladinischen Stufe als Buchensteiner Schichten bezeichnet. Diesen Vorgängern sind sehr zahlreiche andere Forscher gefolgt.

Die ersten Zweifel darüber, daß die von v. RICHTHOFEN zur Namensgebung herangezogenen Schichten von Buchenstein mit dem Horizont des *Protrachyceras Reitzi* ident sind, also den Knollenkalken mit *P. Reitzi* im Grödner Tal, im Bakonywald, im Vicentin und in Judikarien entsprechen, ergaben sich für den Verfasser[3] bei der Bearbeitung der neu von ihm gefundenen Fossilhorizonte am Mte. Spitz bei Recoaro[3]. Der Spitzkalk wird von Knollenkalken und Pietra verde mit der *Reitzi*-Fauna überlagert. Der Spitzkalk ist demnach älter als die *Reitzi*-Schichten, d. h. die eigentlichen „Buchensteiner“. Im Spitzkalk wurden aber Fossilien der Marmolatakalke angetroffen. Die Marmolatakalke selbst, zu denen der Spitzkalk des Vicentins gehört, überlagern südlich Buchenstein aber umgekehrt die Buchensteiner Schichten von Buchenstein. Im Jahre 1901 schrieb ich daher: „Sind die Knollenkalke mit *Protrachyceras Reitzi* in Judikarien wirklich die Buchensteiner Schichten, welche bei Buchenstein keine Ammoniten geliefert haben?“ Es war schon damals klar, daß das nicht der Fall sein konnte, ich habe daher schon im „Vicentinischen Triasgebirge“ die Bezeichnung Buchensteiner Schichten vermieden. Eine teilweise Lösung des in den Triasprofilen des Vicentins und der Marmolata zutage getretenen Widerspruches wurde durch die Feststellung von KITTL[4] erbracht, der auf Grund der Untersuchung von 35 Cephalopoden zu dem Resultat gelangt war, daß die Kalke der Marmolata z. T. der Zone des *Protrachyceras Reitzi* zuzuweisen seien. KITTL hat sogar den Leitammoniten *P. Reitzi* selbst im Marmolatakalk nachgewiesen. Hieraus ergab sich, daß die im Liegenden des Marmolatakalkes auftretenden Buchensteiner Schichten bei Buchenstein einem tieferen als dem *Reitzi*-Horizont angehören müssen, wenn auch die wenigen Daonellenfunde in ihnen eine direkte Altersbestimmung vorläufig unmöglich machten. SALOMON[5] konnte im Jahre 1895 die Buchensteiner Schichten von Buchenstein her bis in das Liegende der Marmolatakalke verfolgen.

---

[1] Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. **42.** 1892. p. 392.

[2] Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes. Lethaea geognostica. II. Teil. **1.** 1906.

[3] A. TORNQUIST, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **51.** 1899. p. 375 und Das vicentinische Triasgebirge. Stuttgart 1901. p. 120.

[4] Jahrb. d. k. k. geol. Reichtanst. Wien. 1894. p. 107.

[5] Palaeontographica. **42.** 1895.

Philipp[1] hat sodann im Jahre 1904 diese nunmehr im ganzen geklärte Sachlage auf Grund einer ausführlichen Begründung in dem Urteil zusammengefaßt, daß dem Begriff der Buchensteiner Schichten nur eine rein lokale Bedeutung für ein System von Knollen- und Bänderkalken mit Kieselimprägnationen, z. T. auch mit Zwischenlagen von Pietra verde bei Buchenstein und seiner Umgebung zuzuschreiben ist. „Der Begriff der ‚Buchensteiner Schichten‘ darf nur ein petrographisch-fazieller sein.“ Ohne zwingende Gründe sei bisher der durch *Protrachyceras Reitzi* ausgezeichnete Horizont mit den Buchensteiner Schichten parallelisiert worden.

Der von mir im Jahre 1901 vorgeschlagenen und von Philipp im Jahre 1904 ebenfalls angenommenen Ausmerzung der Benennung der Buchensteiner Schichten als stratigraphische Benennung ist dann Salomon[2] auch im Jahre 1908 in seiner monographischen Bearbeitung der Adamello-Gruppe gefolgt. Da die Buchensteiner Schichten im nördlichen Südtirol nicht mit der Zone des *Protrachyceras Reitzi* zusammenfallen, so daß selbst in dem Gebiet von Predazzo nur stellenweise ein Schichtkomplex von Knollenkalken aus dem Horizont des *P. Reitzi* entwickelt ist, meist aber fehlt, spricht Salomon von der „Zone des *P. Reitzi*“ oder abgekürzt von „*Reitzi*-Schichten“.

In neuerer Zeit hat sodann Horn[3] einen weiteren Beitrag zur Kenntnis der *Reitzi*-Schichten und der Buchensteiner Schichten bei Buchenstein gegeben. Es gelang ihm, das *P. Reitzi* auch in der östlichen Lombardei nachzuweisen und eine in weiten Gebieten der Südalpen bestehende Faunengliederung der *Reitzi*-Schichten vorzunehmen, welche in Einklang steht mit der von Frech (l. c.) im Bakony ermittelten. Aus der von ihm in dies. Centralbl. 1913. p. 511 aufgestellten Tabelle ergibt sich klar, daß die Gliederung der *Reitzi*-Schichten in drei Zonen nach den Fossilfunden nicht mit der petrographischen Ausbildung in Zusammenhang steht. Ihm gelang es auch, die Knollenkalke von Buchenstein in ununterbrochenem Zuge nach Osten zu verfolgen und so ihr stratigraphisches Niveau sicherer als bisher festzulegen. Sie entsprechen der Mergelschieferzone von Auronzo, in welcher Geyer und Horn eine Anzahl von Fossilien der *Trinodosus*-Schichten, so *Ceratites* cf. *trinodosus*, Ptychiten aus der Gruppe der Flexuosi und *Myophoria* sp. ex aff. *elegans*, angetroffen haben. Nach Horn gehen diese Mergelschiefer von Auronzo nach SW am Col Corvera und weiter an der Marmarole in graue Knollenkalke über, die mit Mergel-

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **56.** 1904. p. 33.

[2] Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. **31.** Heft 1. 1908. p. 396 und ebenda Heft 2. 1910. p. 603.

[3] Dies. Centralbl. 1913 und Über die ladinische Knollenkalkstufe der Südalpen. Dissertation. Königsberg 1914.

schiefern wechsellagern. In den letzteren treten dann gegen Agordo, so in der Val di Zoldo, Tufflager hervor. Zwischen der Val Bona und Agordo ist dann in ihnen Pietra verde eingeschaltet, wie sie im Cordevole-Tal und bei Buchenstein für die Buchensteiner Schichten charakteristisch sind. Wir sind demnach nunmehr in der Lage, die Buchensteiner Schichten bei Buchenstein, ohne daß diese hier selbst stratigraphisch verwertbare Fossilien gezeigt haben, als die Vertreter der oberen *Trinodosus*-Schichten, also als Horizont nicht der ladinischen, sondern der anisischen Stufe anzusprechen. Nach Horn findet die Ausbildung der oberen *Trinodosus*-Schichten als Knollenkalke im Buchenstein — Marmolatagebiet innerhalb der Dolomiten ihren westlichen Abschluß. Die Knollenkalke bei Predazzo und über Colfuschg bis ins Gadertal und nach Wengen gehören schon dem *Reitzi*-Horizont an.

Die stratigraphische Stellung der Buchensteiner Schichten bei Buchenstein erscheint demnach heute nach den Untersuchungen von Kittl und Horn als hinreichend sichergestellt. Ersterer wies die Fauna des *Reitzi*-Horizontes im hangenden Marmolatakalk nach, und letzterer erkannte die Buchensteiner Knollenkalke als obere *Trinodosus*-Zone. Zwischen beiden Ablagerungen läuft hier die Grenze der anisischen und ladinischen Grenze hindurch. Hinfort die Bezeichnung „Buchensteiner Schichten" für den Horizont des *Protrachyceras Reitzi* anzuwenden, ist nicht zu empfehlen und könnte vielleicht eine Quelle späterer Mißverständnisse sein. Um diese zu vermeiden, dürfte es sich m. E. empfehlen, die Bezeichnung Buchensteiner Schichten als Zonenbenennung hinfort ganz fallen zu lassen und lieber von *Reitzi*-Schichten zu sprechen.

Über die Tektonik des Gneisgebietes im westlichen Erzgebirge.

Von Dr. **Franz Kossmat.**

Mit 5 Textfiguren.

Die Anordnung der Gesteinszonen wird im Erzgebirge vor allem durch drei große Aufwölbungen: nämlich die Freiberger, die Saydaer und die Katharinaberger Kuppel bestimmt. Seit langem ist die Tatsache bekannt, daß in den zentralen Teilen dieser flachen Auftreibungen Granitgneise bloßgelegt sind, um die sich eine Hülle von kristallinen Schiefern derart legt, daß deren innere Zonen aus hochmetamorphen, teilweise vergneisten Sedimenten bestehen, die gegen außen mehr und mehr durch Abnahme der Metamorphose in die normale Schichtreihe übergehen. Überall schmiegt sich diese Hülle anscheinend konkordant um den plutonischen Kern und außerdem sehen wir im Grenzgebiete beider nicht selten

eine lagerförmige parallele Durchmischung von Orthogneisen und kristallinen Sedimenten auftreten, die äußerlich große Ähnlichkeit mit ursprünglicher Wechsellagerung hat.

Die Freiberger Kuppel setzt sich fast nur aus grauen Gneisen zusammen; jene von Sayda und Katharinaberg besitzen dagegen Kerne von rotem Mucovitgneis, während ihre äußeren Teile aus denselben grauen Gneisen bestehen wie jene der Freiberger Kuppel. Es wurde festgestellt, daß der rote Gneis als jüngerer Nachschub in die grauen eingedrungen ist, daß er sich mit ihnen und ihrer Kuppelhülle wiederholt lagerförmig verzahnt, ferner, daß seine obersten Lager und Linsen sogar inmitten der Glimmerschieferhülle liegen.

So bietet uns ein Horizontalschnitt des Gebirges[1], wie ihn die heutige Denudationsfläche annähernd darstellt, das Bild eines eigenartig zusammengesetzten Schalenbaues, indem sich die immer wieder auskeilenden Lager und Linsen der miteinander verzahnten Gesteine (rote, graue Gneise und verschiedene kristalline Schiefer) annähernd konzentrisch anordnen.

Das alles hat außerordentliche Ähnlichkeit mit dem Aufschlußbilde mancher Eruptivlakkolithen, die von einem Kanal aus in eine Sedimentdecke eindringen, sie kuppelförmig emportreiben und zwischen die aufblätternden Lagen ihre Ausläufer entsenden. In diesem Sinne werden die Gneise des Erzgebirges von vielen Geologen gedeutet[2]. An Stelle der älteren, nicht stichhaltigen Auffassung von einer Wechsellagerung *sedimentären* Ursprungs innerhalb der erwähnten Grundgebirgsgebilde wird also eine solche *intrusiven* Ursprungs befürwortet.

Die auf weiten Strecken flache bis schwebende Lagerung des Gneisgebietes hat viel dazu beigetragen, daß man der Faltung hier und auch in dem genetisch verwandten Granulitgebirge eine sehr untergeordnete Rolle zuwies und zu Gedankengängen geführt wurde, die sich mit den alten und neueren Formen der Hebungshypothese in mancher Hinsicht berühren. Aber es fehlt nicht an gewichtigen Gründen, welche auch die Lakkolithentheorie nicht als ausreichend erscheinen lassen und uns die Annahme nahelegen, daß der *tektonischen Wechsellagerung* eine sehr große Bedeutung im Baue der erzgebirgischen Region zukommt.

Die Katharinaberger Kuppel und ihre Umrandung.

Besonders wichtig für die Überprüfung der verschiedenen Auffassungen ist das Gebiet der Katharinaberger Kuppel und deren

[1] Vergl. die von H. Credner bearbeitete geologische Übersichtskarte von Sachsen 1:250000, Leipzig 1908, und 1:500000, Leipzig 1910.

[2] R. Lepsius, Geologie von Deutschland. II. Leipzig 1910. p. 105 ff. — C. Gäbert, Die Gneise des Erzgebirges und ihre Kontaktwirkungen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Berlin 1907. p. 308 ff.

weiter Umrandung, da hier der reiche Gesteinswechsel und die Häufigkeit sedimentärer Züge noch am ehesten die Möglichkeit bietet, den Ursachen mancher Wiederholungen in der erzgebirgischen Gesteinsreihe auf den Grund zu kommen. Die nachfolgenden Erörterungen, die nur eine Übersicht der hier sich ergebenden Fragen und Lösungsmöglichkeiten bezwecken, gründen sich auf die genauen, in den sächsischen Spezialkarten niedergelegten Aufnahmsergebnisse von Sauer, Schalch, Beck, Gäbert u. a.[1], sowie auf einige vom Verfasser unternommene Orientierungstouren bei Wiesenthal, Kupferberg, Sebastiansberg und im Haßberggebiet.

Über die zentrale Region ist hier nur wenig zu sagen. Die Kuppel von Katharinaberg besteht nicht aus einer einheitlichen Masse von roten grobkörnigen oder flaserigen Granitgneisen, sondern gliedert sich in eine bei Kallich aufgeschlossene Kernpartie und eine petrographisch gleichgeartete, mächtige Randzone, die mit ihr großenteils verschmilzt, aber in beträchtlicher Erstreckung sowohl im NW wie im S durch zwischengeschaltete Partien von grauen Gneisen abgetrennt wird (vergl. diesbezüglich besonders die Karte von Gäbert in der Arbeit: Die Gneise des Erzgebirges und ihre Kontaktwirkungen). Gehen wir, da die Beziehungen zur Saydaer und Freiberger Kuppel hier nicht besprochen werden sollen, nach W und S, so sehen wir die randlichen roten Gneise der Katharinaberger Kuppel unter die grauen tauchen, die sich von Olbernhau über Marienberg, Oberschmiedeberg, Sebastiansberg bis zum Gebirgsrande nördlich von Görkau wie ein Mantel um sie legen. Während die Neigung im S ziemlich steil ist, verflacht sie im W; es wölbt sich hier der graue „Hauptgneis" in den Kuppeln von Marienberg und Annaberg nochmals sanft empor, so daß er sehr große Flächen bedeckt, bevor er endgültig unter die Glimmerschieferhülle sinkt.

I. Zwischen der Kuppel von Annaberg und jener von Katharinaberg liegt in der flachen Einmuldung der grauen Gneise jene merkwürdige Scholle von Boden, die sich vom genannten Orte mit halbmondförmigem, der Katharinaberger Kuppel angepaßtem Umriß bis in das Haßberger Revier erstreckt. Sie ist zweifellos der Denudationsrest einer ursprünglich viel weiter über das Kerngewölbe gespannten Gesteinsdecke. Rote Muscovitgneise, und zwar sowohl die normalen schuppigen, plattigen „Tafelgneise" (mgn), als auch die wie ungeheuere Linsen in ihnen steckenden groben Flasergneise (Gnm der Übersichtskarten) stellen das herrschende Gestein dar. Erstere sind besonders im Hangenden mit granat- und turmalinführenden, feldspatarmen Mucovitschiefern (mg) durch

---

[1] Vergl. besonders die Blätter Kupferberg (Hammer—Unter-Wiesenthal) und Ober-Wiesenthal nach den Aufnahmen von Sauer; Annaberg, I. Aufl. nach Schalch, II. Aufl. nach Gäbert.

Wechsellagerung verbunden und enthalten bei Sorgenthal sowie im Kremsiger Gebirge[1] die früher abgebauten magnetitführenden Kalksilikatlager.

Besondere Beachtung verdienen die als „dichte Gneise“ bezeichneten, mitunter geröllefführenden Grauwacken, die als Einschaltungen sowohl in den höheren grauen Gneisen als auch in den erwähnten Muscovitschiefern und Tafelgneisen verbreitet sind. Innerhalb der Scholle von Boden muß ihre Hauptmasse im Hangenden der letzteren Gruppe liegen, wie die reichliche Entwicklung in der Mulde von Jöhstadt zeigt. Dieses Verhalten darf man als eine Stütze der Annahme betrachten, daß die weiter südlich verbreiteten, wellig gefalteten, zweiglimmerigen Schiefergneise und Gneisglimmerschiefer (gn σ der Karten, im folgenden kurz als Gneisschiefer bezeichnet) von Weipert, Preßnitz und Kupferberg samt den ihnen massenhaft eingelagerten dichten Gneisen in das Hangende der Haßberg—Boden-Scholle gehören. Die Vorkommnisse bei Jöhstadt etc. innerhalb der letzteren würden dann die letzten Denudationsreste dieses nächsthöheren Komplexes darstellen, der bei Bärenstein, Schmiedeberg etc. oft Einschaltungen von granatführenden Muscovitschiefern enthält und bereits den Übergang zur Glimmerschiefergruppe vermittelt. Diese Auffassung kommt kartographisch auch in der von Gäbert veröffentlichten Übersichtskarte zum Ausdruck. Ein besonders wichtiges Argument für die erwähnte Bestimmung der Reihenfolge liegt aber darin, daß im Liegenden der Boden—Haßberg-Scholle sowohl auf der W- als auch NO- und O-Seite unmittelbar der Annaberger graue Hauptgneis erscheint, so daß für die mächtigen schieferigen Gesteine mit ihren Grauwackeneinlagerungen wohl nur der Platz im Hangenden übrigbleibt. Dies wird ferner durch die Tatsache bestätigt, daß südlich und östlich von Sonnenberg sowohl rote als graue Gneise wieder unter den Schichten des Preßnitzer Zuges bloßgelegt sind. Letztere bilden in dieser Gegend nur mehr einen schmalen Denudationsrest, eine förmliche Brücke, unter der sich die Gesteinsfolge des Haßberggebietes mit jener des südlichen Erzgebirghanges vereinigen muß (vergl. die Skizzenkarte). So ist es vollständig natürlich, daß Jokely[2] bei seinen Übersichtsaufnahmen des böhmischen Erzgebirgsteiles die Gneisschiefer mit den zu ihnen in naher Beziehung stehenden Glimmerschiefern zu einer großen Gruppe verschmolz, während er allerdings die grauwackenähnlichen Gebilde bereits zu den Phylliten zog.

---

[1] Franz Herzberg, Beiträge zur Kenntnis der Preßnitzer Erzlagerstätten. Freiberg 1910.

[2] Vergl. die Aufnahmsergebnisse von Jokely (Bl. Kaaden—Joachimsthal der geol. Reichsanstalt, in Handkolorit) und die Einzeichnung auf Hauer's geologischer Übersichtskarte von Österreich-Ungarn.

Zu einer abweichenden Auffassung gelangte G. C. LAUBE[1]. Nach ihm tritt der Gneisschiefer des Preßnitzer Zuges im W. bei Weipert in Wechsellagerung mit Linsen von Hauptgneis, so daß er sich aus diesem ohne Zwischenschaltung der Haßberggesteine zu entwickeln schiene. Demgegenüber fällt es jedoch ins Gewicht, daß die beiden erstgenannten Gruppen mit südwestlichem Fallen derart gegeneinander ziehen, daß sie sich im Streichen plötzlich ersetzen. Ferner schneidet ein im Hauptgneis eingeschaltetes Lager von Augengneis gegen SO derart ab, daß sein Ende bei Bärenstein an die ebenfalls südöstlich verlaufenden Gneisschiefer, weiter nördlich an einen Muscovitgneis des Westrandes der Boden-Scholle stößt. Dies spricht dafür, daß die Preßnitzer kristallinen Schiefergesteine im W an einer Störung enden, und zwar hat letztere vermutlich den Charakter einer westfallenden Überschiebungsfläche, die im weiteren Verlauf gegen Schmiedeberg die Hauptgneise in das Hangende bringt. (Über die nördliche Fortsetzung vergl. das Profil bei Königswalde, Fig. 5.)

Die Grenze zwischen der Preßnitzer Zone und dem nördlich angrenzenden Gebiete der roten Gneise ist ebenfalls eine Störung, die bereits von A. SAUER[2] bei der ersten Aufnahme festgestellt wurde. Ihre Fortsetzung geht offenbar noch über Sonnenberg gegen den Gebirgsrand bei Görkau, da in dieser Linie die östliche Fortsetzung der Haßberggesteine großenteils unterdrückt ist.

II. Inmitten der Gneisschiefer (gn σ) und der ihnen eingelagerten Grauwacken tritt ein breiter Streifen von rotem Gneis zutage, der vom Spitzberg südwestlich von Preßnitz durch das Schmiedeberger Waldrevier bei Orpus in einem gegen W offenen Bogen über Oberhals zieht und dort als Abschluß der Antiklinale von Kupferberg scharf nach OSO umbiegt (Gestalt einer 2). Das Einfallen ist immer derart, daß die Gneisschiefer im W und SW das Hangende, im O das Liegende bilden und sich im N schließen.

In petrographischer Beziehung ist der Spitzbergzug mit jenem des Haßberges identisch. Wir sehen als Kern genau die gleichen flaserigen roten Granitgneise mit ihren stark herauswitternden Quarzlamellen entwickelt, während schuppige, ebenplattige Tafelgneise die Hülle bilden. Außerdem treten, diesmal aber nahe der Liegendgrenze der ganzen Gruppe die granat- und turmalinführenden Muscovitschiefer (mg) in Wechsellagerung mit Tafelgneisen, sowie mit magnetitführenden Kalksilikat-Gesteinen des Erzzuges von Orpus, Kupferberg und Oberhals. An diesem östlichen Rande der

[1] LAUBE, Geologie des böhmischen Erzgebirges, II. Teil, Prag 1887. Archiv d. naturwiss. Landesdurchforschung v. Böhmen. VI. 4. p. 109, 113 u. a. Die Abbildung p. 110 zeigt eine abgerissene Linse von Hauptgneis in Glimmerschiefergneis.

[2] A. SAUER, Erläuterungen zur geol. Spezialkarte v. Sachsen, Sektion Kupferberg (Hammer—Unter-Wiesenthal). 1882. p. 50.

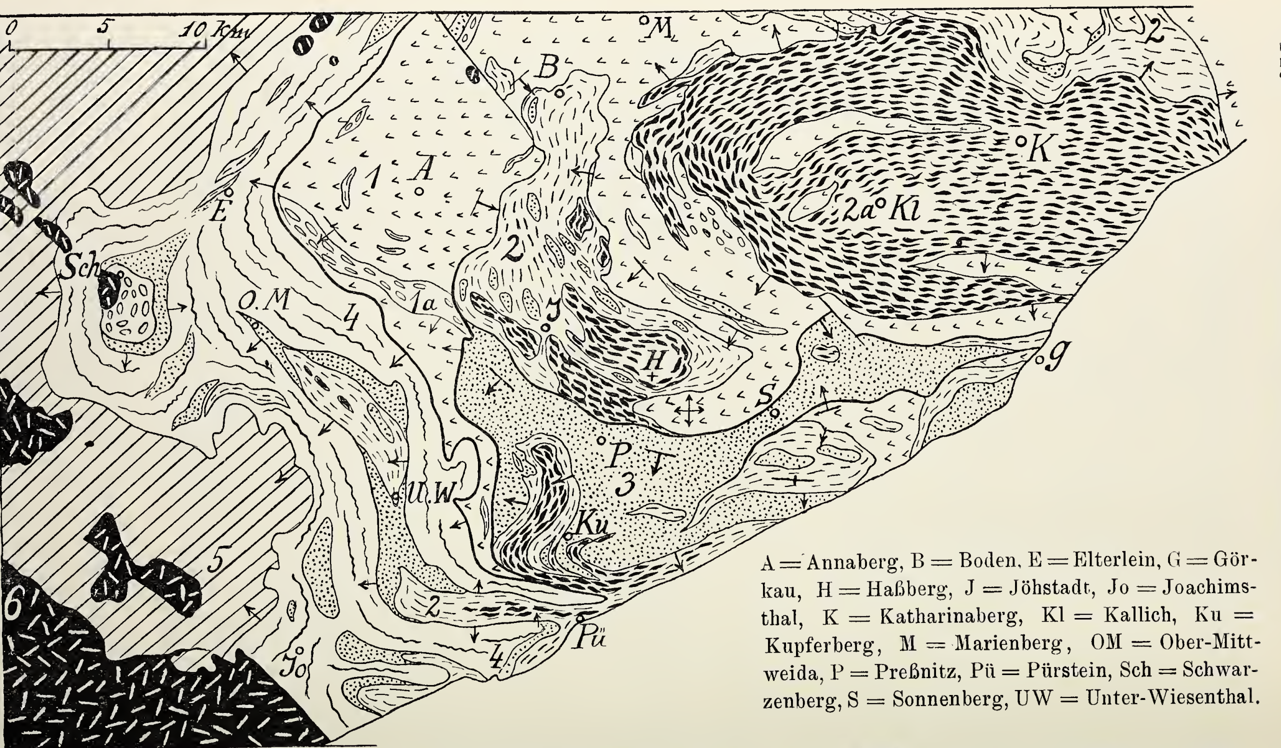


Fig. 1. Geologische Skizzenkarte des westlichen Erzgebirges. Maßstab etwa 1:400000. 1. Grauer Annaberger Gneis. 1 a, Grauer Schwarzenberger Augengneis. 2. Roter Tafelgneis. 2a. Roter Granit- und Flasergneis. 3. Gneisschiefergruppe. 4. Glimmerschiefer. 5. Phyllite und Tonschiefer. 6. Granit.

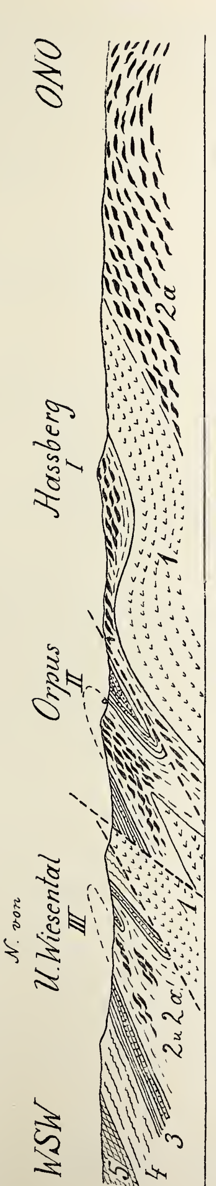


Fig. 2. Profilübersicht von der Katharinaberger Kuppel gegen das Phyllitgebiet westlich von Unter-Wiesenthal. Länge etwa 1 : 250 000.

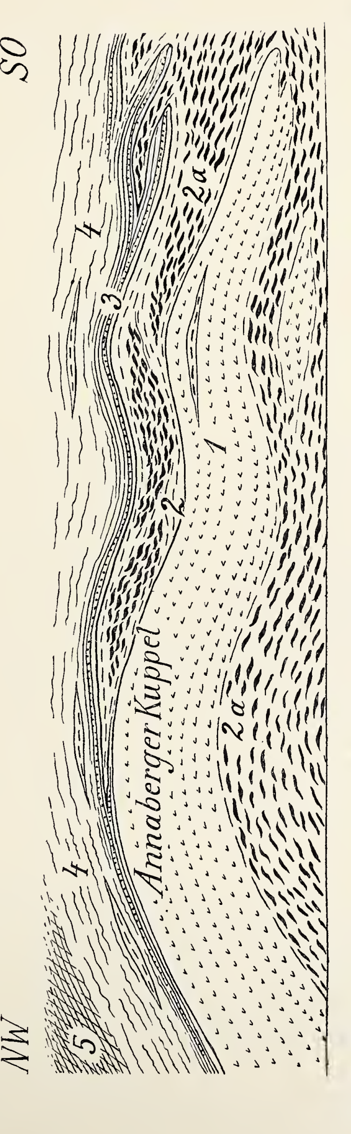


Fig. 3. Schematischer Querschnitt durch die Gesteinsfolge des westlichen Erzgebirges. Ziffernbezeichnung der Gesteine wie in Fig. 1 und 2.

roten Gneisgruppe zeigt sich eine eigenartige Verzahnung mit den Gneisschiefern, da einerseits eine linsenartige Partie der letzteren als Einschaltung auftritt, während anderseits noch weiter östlich deren Hauptmasse einen Streifen von roten Tafel- und Granitgneisen bei den Sphinxfelsen südlich von Kupferberg einschließt. Mit seiner gegen O offenen Hakenform sowie seinem westlichen Einfallen wiederholt auch dieser das Bild des Spitzbergzuges in ziemlich auffallender Weise. Auf die Muscovitgneise, die noch weiter östlich bei Platz und Sonnenberg sowie bei Station Krima—Neudorf inmitten der kristallinen Schiefer und Grauwacken auftreten, sei hier nur nebenbei hingewiesen, da ihre Lagerungsverhältnisse noch nicht im Detail geklärt sind.

III. Aber noch ein drittes Mal begegnen wir einer Anordnung, die uns lebhaft an die geschilderten Verhältnisse erinnert. Der breite, flach SW-fallende Abschnitt der Glimmerschieferzone (m), der im Hangenden der Annaberger Kuppel von Elterlein über Crottendorf nach Wiesenthal und Joachimsthal zieht, läßt bekanntlich bei Schwarzenberg ein kleines Gewölbe von Augengneis mit einer Umhüllung von Gneisglimmerschiefer zutage treten; weiterhin teilt er sich auch in der Gegend von Markersbach—Obermittweida. Wieder erscheinen hier Gneisglimmerschiefer und Schiefergneise (mb der großen Übersichtskarte), denen die feinkörnigen kristallinen Grauwacken (gn δ) und ihre berühmten, gerölleführenden Bänke eingeschaltet sind. Verfolgt man den Gneisschieferhorizont noch weiter nach SO, wobei man auch bei Kretscham—Rotensehma den gleichen Konglomerateinlagerungen begegnet, so zeigt sich in seiner Mitte eine zu beträchtlicher Breite (3 km) anschwellende Zone schuppiger Muscovit-Tafelgneise. Als Kerne stecken in letzteren wieder große Linsen von flaserigen, quarzreichen roten Granitgneisen, die völlig mit jenen des Sphinxfelsens südlich von Kupferberg, mit jenen des Schmiedeberger Reviers westlich von Orpus und mit dem Haßberger Gestein übereinstimmen. Hie und da zeigen sich im Gebiete der Tafelgneise kristalline Kalklager und auch magnetitführende Kalksilikatgesteine, so an der Eisensteinzeche südlich von Kretscham—Rotensehma. Da die ganze Reihe anscheinend konkordant nach SW einfällt und im Hangenden wie im Liegenden von den gewöhnlichen Muscovitglimmerschiefern (m) begleitet wird, erklärt es sich, daß die geschilderten Gneisgesteine als Einlagerungen aufgefaßt und in den Karten als Gneise der Glimmerschieferformation bezeichnet wurden.

Erklärungsversuch.

Nach der Lakkolithentheorie stellen sich die großen Lager von rotem Gneis, die am Haßberg zwischen Hauptgneisen und Gneisschiefern, bei Orpus und Kupferberg inmitten der letzteren und bei Wiesenthal in der Glimmerschieferzone erscheinen, als

echte Intrusivkörper dar, die in verschiedene Stockwerke der Kuppel und ihrer Schieferhülle lagerförmig eingedrungen sind. Vergleichen wir aber die Begleitgesteine der verschiedenen Vorkommnisse miteinander, so ergibt sich die auffallende Tatsache, daß nicht nur die Gebilde plutonischen Ursprungs, sondern auch metamorphe Schichten von unverkennbar sedimentärer Entstehung in ähnlich auffälliger Weise wiederholt werden.

a) Im Haßberg-Gebiet bei Sorgenthal, in der Kupferberger Umgebung bei Orpus, Kupferberg und Oberhals, im Wiesenthaler Zug südlich von Kretscham—Rotensehma treten vererzte Kalksilikatgesteine und auch kristalline Kalke als Linsenzüge in enger Verbindung mit den roten Tafelgneisen oder den an sie geknüpften Granat-Turmalin-führenden Muscovitschiefern auf.

b) Die zweiglimmerigen Gneisschiefer (mb) des Wiesenthaler Zuges wären von den ähnlichen Gesteinen (gn σ) der Preßnitzer Gegend wohl nicht als besondere Gruppe getrennt worden, wenn ihre Verbreitungsgebiete zusammenstoßen würden. Schon Laube hat sowohl die Gesteine von Schmiedeberg als auch jene nördlich von Wiesenthal mit der gleichen Bezeichnung zusammengefaßt.

c) Die Einschaltungen dichter Grauwacken im Wiesenthaler Zuge, ferner jene bei Preßnitz, Sonnenberg etc. sind nach ihrer Gesteinsbeschaffenheit und ihrem Verband (mit den Gneisschiefern) identisch. Konglomerate mit gequetschten Granit-, Gneis-, Grauwacken- und Quarzgeröllen finden sich in ihnen sowohl bei Kretscham—Rotensehma und Hammer—Ober-Mittweida, als auch in den Denudationsresten von Boden und in dem weit ausgedehnten Hauptgebiete östlich von Preßnitz. Blöcke mit allerdings kaum haselnußgroßen Geröllen der oben erwähnten Art sah ich nordöstlich von Reischdorf bei Preßnitz.

Nach meiner Ansicht sind die oben beschriebenen Verhältnisse im Mantel der Katharinaberger Kuppel auf tektonische Wiederholungen einer Gesteinsreihe zurückzuführen, deren Anordnung in der Hauptsache etwa folgende ist:

Hangendes: Phyllite (p der sächsischen Karten).

4 Normale Glimmerschiefer (m), teilweise quarzitisch, mit den Kalklagern von Schwarzenberg und Breitenbrunn.

3 Zweiglimmerige Gneisschiefer und Glimmerschiefergneise (fbm oder mb, gn σ, teilweise auch fm und mg). Hauptlager der dichten, z. T. geröllführenden Grauwackengneise (gn δ).

2 Gruppe der roten Gneise, und zwar: Kernmassen von grobkörnigem oder flaserigem Granitgneis (Gnm), mit Hüllzonen von Tafelgneisen (mgn), granat- und turmalinführenden Glimmerschiefern (mg) und Kalk-, sowie Kalksilikatlagern (sge). Linsen von gn δ vorhanden.

1 Grauer Hauptgneis (gn) des Außenrandes der Katharinaberger Gnm-Kuppel. Linsen von gn δ vorhanden.

In diesem kombinierten Profil schieben sich die roten Gneise und deren Kontaktschiefer als fremdes Element zwischen den grauen Hauptgneis (1) und die petrographisch an diesen anknüpfenden Gneisschiefer (3) ein.

Anmerkung: Da die kristallinen Grauwacken der Gneisschiefergruppe durch alle Übergänge unzertrennbar mit den anderen Gesteinen der letzteren verbunden sind, gehören sie zusammen mit diesen tief in das Liegende der altpaläozoischen Schichtreihe und werden daher hier als veränderte vorcambrische Sedimente aufgefaßt.

Eine gewisse Ähnlichkeit der in ihnen vorkommenden Konglomerate mit solchen des vogtländischen (oberen) Culms hat Anlaß gegeben, daß sie von manchen Geologen — vergl. Lepsius, Geol. von Deutschland, II. p. 108 und Gäbert, l. c. p. 367 — als vermutliche Reste dieser Formationsstufe betrachtet wurden. Es ist aber zu beachten, daß die Konglomerate der Grauwackengneise keine Bruchstücke von silurischen Kieselschiefern oder von devonischen Diabasen einschließen, wie man sie im vogtländischen Culm findet, und daß im übrigen die Abtragungsprodukte zerstörter vorcambrischer Faltungsgebirge keine wesentlich anderen Merkmale hatten als jene der varistischen. Schon ein Vergleich der mittelcambrischen Quarz- und Porphyrkonglomerate von Böhmen mit den Konglomeraten des Obercarbon weist auf ähnliche Verhältnisse hin.

Ferner hätte unter der Annahme eines culmischen Alters der Grauwackengneise zunächst nach dieser Zeit eine Periode völliger tektonischer Umwälzung eintreten müssen, um Culm in das Liegende der ganzen erzgebirgisch—vogtländischen Schichtreihe zu bringen; dann wäre die Regionalmetamorphose und dann erst die unten beschriebene Faltung der Gneise etc. gefolgt. Nun sehen wir aber, daß die „Waldenburger Schichten“ von Hainichen, die Sterzel auf Grund der Flora sogar noch zum oberen Culm stellt, diskordant auf dem Augengneis des Frankenberger Zuges liegen und auch große Blöcke aus dem Granulithof einschließen — es muß damals der Faltenbau des Gebirges im großen schon abgeschlossen gewesen sein. Dieser Zeitpunkt ist also viel zu spät für die Entstehung der Gneise, die ja schon da waren, als die großen Faltungen und Überschiebungen vor sich gingen.

Wir kommen also mit der Annahme eines spätpaläozoischen Alters der Grauwackengneise zu einem inneren Widerspruch, der mir unlösbar erscheint. Es sei auch darauf hingewiesen, daß im östlichen Riesengebirge, das nach seiner tektonischen Stellung wohl als ein sudetisches Gegenstück zum Erzgebirge bezeichnet werden darf, sogar der untere Culm diskordant auf den kristallinen Schiefern liegt und z. T. aus groben Gneiskonglomeraten besteht. —

K. Pietzsch, welcher der Altersfrage der „dichten Gneise“ eine Arbeit widmete (dies. Centralbl. 1914. p. 202), vergleicht die hiehergehörigen Schichten dem Präcambrium von Böhmen. Wie er mir mitteilte, hat auch Prof. Lepsius brieflich dieser Altersauffassung zugestimmt.

(Schluß folgt.)

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Gruppierung der 32 Kristallklassen.

Von **Hermann Tertsch** in Wien.

Mit 1 Textfigur.

Es mag vielleicht sehr überflüssig erscheinen, neuerdings eine Frage aufzugreifen, welche schon von verschiedensten Gesichtspunkten aus eingehende Behandlung erfahren hat. Aber gerade die starken Divergenzen, welche in der Symmetrieklassen-Gruppierung einzelner Forscher zutage treten (es sei nur an die Arbeiten von Beckenkamp, Fedorow, Groth, Tschermak, Wülfing u. a. erinnert), zeigen, daß immer noch keine völlige Klärung in der Anordnung gewonnen wurde; sie lassen aber auch sofort die eine große, unvermeidliche Schwierigkeit erkennen, daß man nämlich durch eine einzige Reihung nicht allen Forderungen, die man an eine folgerichtige Gruppierung stellen kann, zu genügen vermag. Gewisse Grundforderungen müssen aber befriedigt werden, wenn die Anordnung tunlichst auf objektiver Grundlage erfolgen soll. 1. Es muß ein einfaches und möglichst anschauliches Ableitungsprinzip zugrunde gelegt werden. 2. Die Ableitung muß zu einer ungezwungenen und eindeutigen Festlegung der genetisch zusammengehörigen Symmetriegruppen (Kristallsysteme) führen. 3. Die physikalischen Beziehungen der Symmetrieklassen, wie auch die in den einzelnen Systemen ersichtlichen Analogien müssen in der Anordnung zum Ausdruck kommen.

Eine diesen Forderungen sehr weitgehend entsprechende Ableitung gab Tschermak[1]. Wenn hier trotzdem nochmals ein ähnlicher Versuch vorgelegt wird, begründet sich dies dadurch, daß Tschermak zwar die konsequente Ableitung durch die Entwicklung des weniger in die Augen springenden Zonengesetzes vornimmt, daß hingegen analoge Versuche, die sonst üblichen und der einfachen Anschauung leichter zugänglichen Symmetrieelemente: Deckachse (D^x), Symmetriezentrum (C) und Symmetrieebene (S) zu verwenden, bis nun zu keiner ebenso eindeutigen und in sich geschlossenen Gruppierung geführt haben. Man vergleiche hiezu die

[1] Einheitliche Ableitung der Kristallisations- und Zwillingsgesetze. Zeitschr. f. Krist. **39**. p. 433 ff. Vergl. auch die letzten Auflagen von Tschermak's „Lehrbuch der Mineralogie".

Angaben von Beckenkamp, Fedorow, Groth und Wülfing[1], wobei die ersten beiden das trigonale System dem hexagonalen einordnen, Groth und Wülfing in der Abgrenzung des trigonalen und hexagonalen Systems zu anderen Resultaten als Tschermak kommen. Gleichwohl wäre besonders für den Anfänger eine möglichst leichtfaßliche, methodische Anordnung, die trotzdem den obigen Anforderungen entspricht, sehr erwünscht, und damit sollen sich die folgenden Zeilen beschäftigen.

Vor allem darf man bei dem Versuche einer solchen Gruppierung außer dem gewählten Ableitungsprinzip von keinerlei Voraussetzung ausgehen. Es ist also auch unangebracht, die Kristallsysteme rein geometrisch festzulegen und erst nachträglich die Kristallklassen in diese Einteilung hineinzuzwängen. Der alte Vorgang der Aufstellung einer Vollform, welche durch Unterdrückung einzelner Symmetrieelemente zur Ableitung der Unterabteilungen dienen soll, führt deshalb zu Inkonsequenzen, da insbesondere die physikalischen Beziehungen hiebei völlig unberücksichtigt bleiben. Gerade diese aber müssen eingehend gewürdigt werden, darf man doch nie die Tatsache aus den Augen verlieren, daß eine voraussetzungslose, rein geometrische Ableitung der Kristallsymmetrie überhaupt ausgeschlossen ist. Daß wir diese Kristallsymmetrie auf 32 Klassen zu beschränken vermögen, daß nur D^2, D^3, D^4, D^6 mögliche Deckachsen darstellen, all dieses wird erst durch den Raumgitteraufbau plausibel, welcher seinerseits wieder ohne die Vorstellung eines physikalischen Körpers (nicht bloß geometrischen Raumes) undenkbar ist. Mehr denn je ist in der Gegenwart auf diese Bezugnahme zum physikalischen Verhalten Wert zu legen, da gerade die Röntgenogramme von Kristallen die Raumgitternatur der Kristallkörper einwandfrei festgelegt haben und damit die Grundlage der ganzen Gitter- und Punktsysteme experimentell sichergestellt erscheint.

Überblickt man die Symmetriecharakteristika der einzelnen Klassen in der üblichen Darstellungsweise, so fällt auf, daß mit Ausnahme von 3 Klassen sämtliche anderen durch das Vorhandensein von Deckachsen ausgezeichnet erscheinen. Dieses Symmetrieelement soll deshalb zur Grundlage für die gesamte Ableitung genommen werden.

Die Gesetze, welche für die konsequente Ableitung der verschiedenen Deckbewegungen gelten, hat schon Liebisch in seiner „Geometrischen Kristallographie" abgeleitet, weshalb hier einfach

---

[1] Beckenkamp, Statische und kinetische Kristalltheorien. Bornträger, Berlin 1913. — Fedorow, Zeitschr. f. Krist. **28.** (1897.) p. 36; **31.** (1899.) p. 21. — Groth, Physikalische Kristallographie. Engelmann, Leipzig. — Wülfing, Die 32 kristallographischen Symmetrieklassen. Bornträger, Berlin 1914.

darauf verwiesen werden soll [1]. Zur mathematischen Behandlung dienen ausschließlich D^2, D^3, D^4, D^6. Die D^1 hat insofern mathematisch keine Bedeutung, als jede beliebige, durch die Kristallmitte gezogene Linie nach einer Drehung von 360° den Kristall mit sich selbst zur Deckung bringt. Sie dient aber sehr bei der konsequenten Ableitung und deshalb soll die D^1 nachstehend Verwendung finden.

Die geometrische Behandlung der Deckbewegungen führt zur Aufstellung einseitiger oder polarer (einpoliger) und zweiseitiger (zweipoliger) Achsen. Die interessanten Achsen der

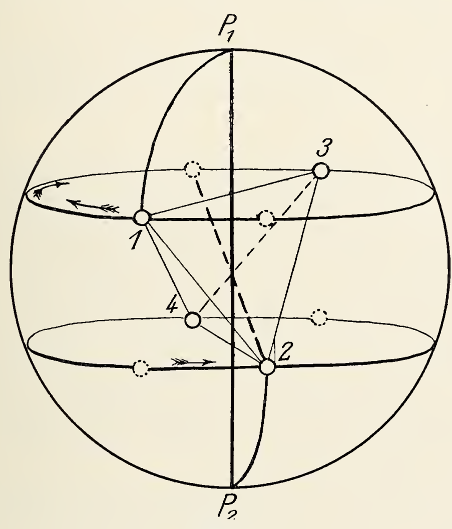


Fig. 1.

zusammengesetzten Symmetrie (Inversions- und Drehspiegelungsachsen) nehmen zwischen den beiden erstgenannten Achsentypen eine eigentümliche Zwischenstellung ein. Macht man sich den geometrischen Vorgang klar, der z. B. bei einer vierzähligen Inversionsachse (J^4) zu beobachten ist, so ergibt sich, daß hier eine polare vierzählige Deckachse vorliegt, bei der die beiden Enden abwechselnd dem Begrenzungselement zugeordnet, d. h. als aktive Pole behandelt werden. Man gehe von einem Begrenzungselement und dem diesem zugeordneten Pole der Inversionsachse (J^4) aus. Die nächste, kristallographisch gleichwertige Lage des Begrenzungselementes findet man bekanntlich, wenn man eine

[1] Alle diese rein geometrischen Beziehungen, wie auch der Nachweis des ausschließlichen Auftretens von 32 Kombinationen der Symmetrieelemente werden als bekannt vorausgesetzt.

Drehung um 90^0 mit J^4 als Achse vornimmt und statt der neu erhaltenen Lage das hiezu zentrisch symmetrisch gelegene, parallele Gegenelement verwendet. Das heißt aber nichts anderes, als daß man, statt das Element dem Pole P_1 zuzuordnen, eine gleichwertige, aber mit entgegengesetztem Drehungssinn ausgestattete Zuteilung zu dem Pole P_2 vornimmt (vergl. Fig. 1). Das nächste kristallographisch gleiche Begrenzungselement ist wieder in der gleichen Weise dem Pole P_1 zugeordnet, das vierte dem Pole P_2 usw. Daraus erklärt sich die oben behauptete Mittelstellung dieser Deckachsentype (Inversionsachse) zwischen den ein- und zweipoligen Achsen, was man vielleicht durch das Beiwort „wechselpolige" Achse charakterisieren könnte. Es ist natürlich klar, daß geometrisch die wechselpoligen und die Inversionsachsen vollkommen identisch sind; der vorgeschlagene Name soll nur die Beziehungen dieser Achsentype zu den ein- und zweipoligen Achsen in den Vordergrund rücken.

Eine Zweipoligkeit der Achsen, wo also die Begrenzungselemente gleichzeitig beiden Polen der Deckachse zugeordnet sein sollen, kann durch eine D^x allein nicht zustande kommen. Entsprechend den bekannten Beziehungen zwischen den Symmetrieelementen untereinander ist eine Zweipoligkeit der D^x genetisch entweder mit einem C oder mit einer neuen, zur D^x normalen D^{2n} oder einer zur D^x normalen Σ verknüpft[1]. Im Falle einer geradzähligen Achse (D^{2n}) fallen letztere beiden Möglichkeiten in eine zusammen, da die 3 Elemente D^{2n}, C und die zu D^{2n} normale Σ derartig miteinander verknüpft sind, daß das Auftreten von zweien derselben das dritte automatisch einfügt. Nur die unpaarzähligen D machen hievon eine Ausnahme.

Zieht man auch die D^1 in den Kreis der Betrachtungen, so gelingt es leicht, unter Verwendung wechselpoliger Achsen (Inversionsachsen) sämtliche Kristallklassen durch eine Deckachsensymmetrie zu kennzeichnen. Gleichzeitig liefert dieses völlig einheitliche Ableitungsprinzip eine sehr einfache und eindeutige Festlegung der Kristallsysteme. Die Benützung der Deckachsensymmetrie enthält auch in sich die engste Bezugnahme zu den physikalischen Verhältnissen, da ja in der Kristallphysik die Bestimmung gleichwertiger Vektoren oder Tensoren die Hauptrolle spielt.

Die Ableitung erfolgt in einzelnen Stufen, deren Aufeinanderfolge einfach durch den Charakter der Deckachsen als einpolige, wechselpolige oder zweipolige Linien fixiert ist. Der Einfachheit wegen seien in der Folge einpolige (polare) Deckachsen durch

[1] Im Folgenden werden die zu den charakteristischen Deckachsen normalen Symmetrieebenen mit Σ, jene mit ihnen parallel laufenden mit S bezeichnet, bezw. erhalten D^x und S den gleichen Index (z. B. D^2_n, S_n die aufeinander normal stehenden Nebendeckachsen und Nebensymmetrieebenen.)

das Symbol ⋏ D^x, wechselpolige durch ⋀ D^y und zweipolige einfach durch D^z gekennzeichnet.

1. Stufe: Einzelne (bezw. gleichartige) einpolige Deckachsen.

⋏ D^1 bedeutet, daß irgendein Begrenzungselement durch Rollen um eine beliebige zentrale Linie nach voller Drehung um 360° mit sich selbst zur Deckung kommt, d. h. jede Wiederholung des Begrenzungselementes ist ausgeschlossen. Einer ⋏ D^1 entspricht also die Symmetrie = ϑ, wodurch die pediale Klasse (GROTH) charakterisiert ist[1]. Da in einem Kristall unendlich viele D^1 denkbar sind, besagt dies, daß im Kristallbau keine Richtung irgendwie bevorzugt oder festgelegt ist, bezw. daß alle gleichberechtigt erscheinen. Das Fehlen bevorzugter Vektoren oder Tensoren läßt auch die Wahl der Koordinatenachsen ganz willkürlich erfolgen, wodurch das trikline System charakterisiert ist[2].

⋏ D^2 besagt, daß im Kristallbau eine bevorzugte Richtung besteht. Normal zu dieser ist bekanntlich immer eine Kristallfläche möglich, welche demnach eine entsprechende, ausgezeichnete Ebene des Kristallbaues ist. Dadurch ist die Koordinatenachsenwahl schon eingeschränkt, da eine Achse durch die ⋏ D^2 vorgezeichnet ist. Die anderen beiden können nur in der bevorzugten Ebene ⊥ D^2 liegen, ohne daß für sie weitere Bedingungen festgelegt sind. Dadurch charakterisiert sich das monokline Koordinatensystem (monoklin sphenoidisch).

⋏ D^3 bringt eine Gruppe von Begrenzungselementen nach 120° Drehung mit sich zur Deckung. Es liegt hier eine sehr ausgeprägte Wirtelachse vor, d. h. ein Kristallbau mit einer bevorzugten Richtung und mehreren hiezu in gleicher Weise geneigten, gleichwertigen Richtungen. Wir stellen alle Symmetrieklassen mit einer einzelnen, echten dreizähligen Deckachse in das trigonale System (trigonal pyramidal).

⋏ D^4 liefert in analoger Art die Grundlage für das tetragonale System, welches wieder durch eine einzelne, echte vierzählige Achse fixiert ist. Das Achsenkreuz ist abermals dem Prinzip nach festgelegt, insofern entsprechend der Symmetrie eine bevorzugte und zwei dazu normale, gleichartige Richtungen als Koordinaten gewählt werden müssen (tetragonal pyramidal).

⋏ D^6. Ganz gleichartige Verhältnisse bietet das durch eine echte D^6 ausreichend gekennzeichnete hexagonale System (hexagonal pyramidal).

---

[1] Mit wenigen Ausnahmen halte ich mich an die so einleuchtende Namensgebung, welche GROTH eingeführt hat, da diese in ihrer konsequenten Anlage und Durchführung die klarste Versinnlichung der vorhandenen Symmetrie im Klassennamen ermöglicht.

[2] Vergl. hiezu BECKENKAMP und FEDOROW (l. c.) und die Bemerkungen am Schlusse dieser Notiz.

$4 \pitchfork D^3$[1]. Die geometrische Ableitung lehrt, daß bei polaren D^x nur eine Kombination polarer D^3 denkbar ist, und zwar müssen deren wirksame Pole in den Richtungen der Tetraederecken einander zugeordnet sein. Hiebei stellen sich automatisch[2] noch weitere $3\,D^2$ ein, welche zueinander normal stehen, gleichwertig sind und in ihren Richtungen den Würfelkanten entsprechen[3]. In diesen drei gleichen D^2 ist das Koordinatenkreuz schon vorgeschrieben. Darin dokumentiert sich das tesserale System (tesseral tetartoedrisch = tetraedrisch pentagondodekaedrisch).

2. Stufe: Einzelne (bezw. gleichwertige) wechselpolige Achsen.

$\wedge D^1$. Der Kristall ist um eine zentrale Linie um 360° zu drehen und dann statt des ursprünglichen Begrenzungselementes das hiezu zentrisch symmetrische Gegenelement zu verwenden. D. h. $\wedge D^1 = C$. Da auch hier keinerlei Richtung bevorzugt ist, liegt trikline Symmetrie vor (triklin pinakoidal).

$\wedge D^2$. Verwendet man wieder den Gegenpol des Begrenzungselementes, welches man durch eine Drehung um $\wedge D^2$ in die um

---

[1] Wie auch sonst üblich, werden gleichartige Achsen in ihrer Zahl durch Vorsetzung des entsprechenden Koeffizienten ausgedrückt. Ungleichwertige Achsen dagegen werden getrennt angeschrieben.

[2] Es ist für die Ableitung wichtig, die zur Charakterisierung notwendigen Symmetrieelemente wohl von den wirklich vorhandenen, durch automatisches Hinzutreten vermehrten Symmetriemerkmalen zu unterscheiden. Speziell der arbeitende Kristall-Physiker und -Chemiker wird darauf ausgehen, die voneinander unabhängigen, also notwendigen Symmetrieelemente zu bestimmen, die anderen verstehen sich dann von selbst. Darauf hat insbesondere Voigt (Lehrbuch der Kristallphysik) hingewiesen. In unserer Symmetrietabelle sind die automatisch hinzutretenden Elemente eingeklammert. Selbstverständlich bleibt es ganz der Willkür überlassen, welche Elemente man als ursprünglich, welche als bedingt ansieht. Man hätte oben ja auch von $3\,D^2$ ausgehen können, denen dann $4 \pitchfork D^3$ als bedingt zugeordnet wären. Die Wahl der notwendigen Elemente richtet sich eben nach dem Standpunkt, von dem aus die Prüfung der Symmetrie vorgenommen wird — niemals aber darf der arbeitende Kristallphysiker auf diese Scheidung der notwendigen und der bedingten Elemente vergessen.

[3] Es ist dringend zu empfehlen, sich neben diesen Zeilen der Symmetrieprojektionen zu bedienen, wie sie in Tschermak's Lehrbuch oder in Wülfing's „32 Kristallsymmetrieklassen" usw. enthalten sind, damit die gegenseitigen Beziehungen der Symmetrieelemente klar vor Augen stehen. Gerade weil aber die charakteristischen Projektionen schon so oft und in so vorzüglicher Weise dargestellt wurden, verzichtete ich darauf, in dieser Notiz die wohlbekannten Figuren neuerlich einzufügen.

180° verwendete Lage gebracht hat, so sind die beiden zusammengehörigen Begrenzungselemente, wie leicht gezeigt werden kann, symmetrisch zu einer Ebene, welche auf der $\wedge D^2$ normal steht. Es ist dies die bekannte Tatsache, daß sich eine zweizählige Inversionsachse durch eine zu ihr normale Symmetrieebene ersetzen läßt, also $\wedge D^2 = \Sigma$[1]. Damit ist eine Ebene und gleichzeitig eine hiezu normale Richtung im Kristall bevorzugt, was zum monoklinen Koordinatenkreuz führt (monoklin domatisch).

Vielleicht erscheint die Heranziehung der wechselpoligen (Inversions-) Achsen in diesen Fällen, wo der Ersatz derselben so einfach ist, gekünstelt. Aber abgesehen davon, daß es die konsequente Durchführung des gewählten Ableitungsprinzipes fordert, abgesehen auch davon, daß man die $\wedge D^4 = J^4$ doch nicht umgehen kann, der Begriff also eingeführt werden muß, erhält man hiebei noch das wertvolle Nebenresultat, daß eigentlich C und S nur besondere Formen der Deckachsensymmetrie darstellen. Natürlich wird man weiterhin in der Praxis, nachdem einmal die streng folgerichtige Ableitung und Reihung vorgenommen ist, statt der weniger anschaulichen wechselpoligen (Inversions-) Achsen lieber C und S verwenden.

$\wedge D^3$ läßt sich ersetzen durch $D^3 + C$, liefert also die Symmetrie des Dolomites (trigonal rhomboedrisch).

$\wedge D^4$, die bekannte vierzählige Inversionsachse, läßt sich in keiner Art ersetzen, muß also unbedingt beibehalten werden. Ihr Charakter als eine D^4 läßt über die Zuteilung zum tetragonalen Systeme keinen Zweifel zu (tetragonal bisphenoidisch).

$\wedge D^6$. Hier liegt ein sehr interessanter Fall vor, da sich diese sechszählige Inversionsachse durch $D^3 + \Sigma$ (horizontale Symmetrieebene) ersetzen läßt. Dieser zutage tretenden D^3 zuliebe wurde die fragliche Klasse (trig. bipyramidal) sowohl von Groth als auch neuerdings von Wülfing dem trigonalen System zugewiesen, wogegen sie Tschermak an das hexagonale angliedert. Voigt (l. c.) zieht aus theoretisch physikalischen Gründen diese Klasse gleichfalls zum hexagonalen System, was nach vorstehender Ableitung selbstverständlich ist, da eben $D^3 + \Sigma$ keine echte trigonale, sondern eine versteckt sechszählige Achse ist. Nur die echten D^3 gehören in das trigonale System, diese $D^3 + \Sigma = \wedge D^6$ ist aber eine hexagonale Achse. Aus den Voigt'schen Deduktionen geht hervor, daß physikalisch genommen diese Symmetrieklasse dem trigonalen System ganz ferne steht. Alle physikalischen Vorgänge zentrisch symmetrischer Natur (z. B. Röntgenographien von Kristallen) verleihen dieser Symmetrieklasse die gleiche Symmetrie wie beim Apatit, über dessen hexa-

---

[1] Bezüglich der Schreibung (Symbolisierung) vergl. die Anmerkung p. 148.

gonalen Bau keinerlei Zweifel besteht[1]. Schließlich sei noch angemerkt, daß durch Zuweisung dieser Symmetrieklasse zum trigonalen System die sonst so überaus weitgehende Analogie zwischen dem trigonalen und tesseralen System einerseits, wie zwischen dem hexagonalen und tetragonalen andererseits völlig durchrissen wird, worauf Wülfing selbst aufmerksam machte. Tschermak nennt diese Klasse: trigonotyp tetartoedrisch, Groth: trigonal bipyramidal. In beiden Benennungen kommt leider die Zugehörigkeit zum hexagonalen System nicht zum Ausdruck, weshalb ich in Ermanglung einer besseren Bezeichnung statt trigonal den Ausdruck *hemihexagonal* vorschlagen möchte, so daß der Klassenname: *hemihexagonal bipyramidal* lauten würde.

$4 \wedge D^3 = 4 D^3 + C$. Da jede $\wedge D^3 = D^3 + C$ ist, erhöht sich automatisch die Symmetrie sehr bedeutend. Schon im Falle der $4 \uparrow D^3$ traten selbsttätig $3 D^2$ hinzu. Durch das nun eingeschaltete C wird der Fall verwirklicht, daß ein C mit paarzähligen D ($3 D^2$) gemeinsam auftreten soll, was wieder automatisch den Zutritt von 3Σ ($\perp$ zu $3 D^2$) zur Folge hat. $4 \wedge D^3 = 4 D^3 + C + (3 D^2, 3 \Sigma)$. Das ist die Symmetrie des Pyrites (*tesseral dyakisdodekaedrisch*). Die Zuteilung zum tesseralen Systeme ist durch die $3 D^2$ sichergestellt.

Nun gilt es, die Kristallklassen mit *zweipoligen* D^x abzuleiten. Wie oben auseinandergesetzt wurde, kann die Zweipoligkeit durch Zufügung von C (bezw. Σ) oder von neuen D^{2n} erzielt werden. Es sind demnach für die zweipoligen Achsen zwei Entwicklungsstufen zur Verfügung: 1. Zweipoligkeit durch Hinzufügung von C, 2. Zweipoligkeit durch Kombination mit neuen D^{2n}.

Die Verwendung einer S bleibt unberücksichtigt, da dies bei D^1 und D^3 zu einer $\wedge D^2$ und $\wedge D^6$, also zu ganz aus der Art fallenden Achsen führt, bei den D^{2x} aber das gleiche Resultat zeitigt wie das C.

3. Stufe: *Zweipolige* Einzelachsen = Stufe 1 in Verbindung mit C.

Sowohl bei $\uparrow D^1$ und $\uparrow D^3$ wie auch bei $4 \uparrow D^3$ führt die Addition eines C zu Symmetrieklassen, welche schon in Stufe 2 erhalten wurden, bringen also keine neue Kombination hervor.

$D^2 + C$ liefert automatisch eine zu $D^2 \perp \Sigma$, aber auch damit ist nur *eine* Richtung und eine dazu senkrechte Ebene im Kristall

[1] Vergl. hiezu Haga und Jäger, „On the Symmetrie of the Röntgen patterns of Trigonal and Hexagonal Crystals ....“ Proceed. R. Acad. d. Sc. Amsterdam. XVIII. 1915. p. 542 ff., und Rinne, „Beiträge zur Kenntnis der Kristall-Röntgenogramme.“ Kgl. sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig. 67. 1915. p. 303 ff.

fixiert, was zum monoklinen System führt (monoklin prismatisch).

$D^4 + C = D^4 C$ (Σ), die Symmetrie des Scheelits (tetragonal bipyramidal).

$D^6 + C = D^6 C$ (Σ) entspricht der Symmetrie des Apatits (hexagonal bipyramidal)[1].

Bisnun kamen ausschließlich Einzelachsen oder mehrere gleichartige, unpaarzählige Achsen in Betracht. Die Kombination mehrerer, speziell paarzähliger Achsen erhöht die Symmetrie sofort um ein Beträchtliches.

4. Stufe: Zweipoligkeit durch Kombination der Stufe 1 mit D^{2n}.

Kombiniert man eine D^1 mit einer D^{2n}, so gilt dies so viel als eine $\Uparrow D^{2n}$, liefert also keine neuen Symmetriegruppen, sondern solche, die schon in Stufe 1 besprochen wurden.

$D^2 + D^2$. In diesem Falle, wo zwei ungleiche D^2 in Kombination treten und höherzählige Achsen ausgeschlossen sein sollen, liefert bekanntlich die geometrische Ableitung noch eine dritte, zu den ersten beiden normale D^2. Diese dreierlei, ungleichen D^2 stehen aufeinander senkrecht und stellen drei voneinander völlig unabhängige, ausgezeichnete Richtungen dar. Selbstverständlich ist dadurch das Koordinatenkreuz fixiert und unterscheidet sich von allen bisher erhaltenen Kristallachsenlagen durch die Ungleichwertigkeit der drei rechtwinkligen Koordinatenrichtungen. Hiedurch ist ein neues Kristallsystem festgelegt, welches gewisse genetische Beziehungen zum monoklinen System nicht verleugnen kann[2], nämlich das rhombische System (rhombisch bisphenoidisch).

$D^3 + 3 \Uparrow D^2$. Es läßt sich mathematisch leicht nachweisen, daß die D^3 ohne Hinzufügung anderer Elemente nur mit drei polaren, auf ihr normalen D^2 kombiniert werden kann. Hier liegt die dem α-Quarz zukommende Symmetrieklasse vor (trigonal trapezoedrisch), welche als erstes Beispiel einer

---

[1] Es ist nicht ohne Interesse, daß bisher alle je einem System angehörigen Unterabteilungen bei allen tensoriellen Vorgängen, wo sich also Richtung und Gegenrichtung nicht mehr unterscheiden lassen, völlig gleich verhalten. Alle drei monoklinen oder tetragonalen oder hexagonalen Gruppen zeigen z. B. die gleiche Röntgenogrammsymmetrie wie die zuletzt besprochenen Klassen der drei Systeme. Es sei nochmals betont, daß die $\wedge D^6 = D^3 + \Sigma$ sich hiebei unbedingt dem hexagonalen System einordnet.

[2] Vergl. hier die Beziehungen der rhombischen und monoklinen Pyroxene und Amphibole, oder den nahen Anschluß der Glimmer an den rhombisch-pseudohexagonalen Bau.

charakteristischen Schraubensymmetrie bekannt wurde. Überhaupt zeigen sämtliche Klassen dieser 4. Stufe den gleichen Schraubencharakter, sind also sämtlich möglich zirkular-polarisierend und mit enantiomorphen Formen ausgestattet.

$D^4 + 2\,D^2 = D^4,\ 2\,D^2_n\ (2\,D^2_z)$ [1]. Durch diese Deckachsensymmetrie ist die tetragonal trapezoedrische Klasse charakterisiert.

$D^6 + 3\,D^2 = D^6,\ 3\,D^2_n\ (3\,D^2_z)$ liefert die dem β-Quarz entsprechende, hexagonal trapezoedrische Symmetrie.

Bei $4 \,\hat{}\, D^3$ haben sich schon von selbst $3\,D^2$ eingestellt, eine Hinzufügung von D^2 brächte also keine neue Symmetrieklasse, wohl aber ist geometrisch noch eine Kombination mit D^4 möglich.

$4\,D^3 + 3\,D^4 = 4\,D^3,\ 3\,D^4\ (6\,D^2)$, wobei sich automatisch in den Richtungen der Flächendiagonalen des Würfels neue D^2 hinzugesellen (gyroedrische = pentagonikositetraëdrische Klasse des tesseralen Systems). Die $3\,D^4$ haben mit den ursprünglichen $3\,D^2$ die gleiche Lage und dienen als Koordinatenachsen.

Mit Ausnahme der etwa automatisch hinzutretenden Symmetrieebenen enthalten die bisher abgeleiteten Kristallklassen bloß verschiedenartige ein-, wechsel- oder zweipolige Deckachsen und deren Kombinationen.

Untersucht man nun die Kombinationsmöglichkeiten von Symmetrieelementen unter Hinzufügung der bisher nicht verwendeten Symmetrieebenen, dann ist zu beachten, daß, wie schon öfters betont, S nur dann als unabhängige Komponente beigefügt werden kann, wenn man die zu kombinierenden S und D^{2n} nicht normal zueinander stellt. D. h. die neu einzuführenden Symmetrieebenen müssen die mit ihnen kombinierte D^x in sich selbst enthalten, also mit diesen D^x gleichgerichtet (parallel) sein [2]. Diese Überlegung führt zu den Stufen 5—7, indem die Stufen 1—3 mit $S \,//\, D^x$ kombiniert werden. (Schluß folgt.)

---

[1] Die Indizes n, bezw. z bedeuten Neben- oder Zwischen-Deckachsen. Analog erfolgt auch in diesen Zeilen die Unterscheidung in Σ, S_n, S_z als Haupt-, Neben- und Zwischen-Symmetrieebenen. Man vergesse nicht, daß die einander zugeordneten D^2_n und S_n (D^2_z und S_z) aufeinander normal stehen. Solange keine Indizes zur Verwendung kommen, sind solche zugeordnete Elemente durch D^x, Σ gekennzeichnet (vergl. Anm. p. 148).

[2] Durch Hinzufügung von Symmetrieebenen $//\, D^x$ wird das Ableitungsprinzip nicht durchbrochen, da ja jede Symmetrieebene einer auf ihr normalen, wechselpoligen D^2 gleichwertig ist. Man kann also die weitere Entwicklung auch definieren: Kombination mit normalen $\wedge\, D^2$, wodurch die Strenge des Ableitungsprinzipes klar hervortritt. Der Anschaulichkeit wegen wird statt $\wedge\, D^2$ die Symmetrieebene genannt.

Kugeldioritgeschiebe von Finkenwalde bei Stettin.

Von **Georg Kalb**, Greifswald.

Mit 2 Textfiguren.

Auf einer geologischen Wanderung im Sommer 1915 fand ich im Friedensburger Kreidebruch bei Finkenwalde ein großes Kugeldioritgeschiebe, das mit keinem bekannten, nordischen Vorkommen übereinstimmt, weshalb mir eine eingehende Beschreibung des Stückes gerechtfertigt erscheint.

In dem mittel- bis grobkörnigen Gestein liegen Sphärolithe von wechselnder Größe. Meist haben sie einen Durchmesser von ungefähr 10 cm. Selten geht ihr Durchmesser auf 5 cm herunter, und nur bei langgestreckten Gebilden steigt er bis zu 30—40 cm in der Längsrichtung. Den vorliegenden Block setzen diese kugeligen Gebilde hauptsächlich zusammen; das Gestein erscheint als eine Art Zwischenmasse.

Nach der mineralogischen Zusammensetzung entspricht diese Zwischenmasse einem Quarzdiorit. Schwarze Hornblende und ein Plagioklas bilden die Hauptgemengteile. Die dunkelgrün durchsichtige Hornblende, die im polarisierten Lichte parallel der c-Richtung bläulichgrüne Farbe zeigt, ist stark korrodiert und stellenweise stark von unregelmäßig begrenzten Titanitkörnern durchsetzt. Neben der Hornblende kommt in geringerer Menge ein grünlichbrauner Biotit vor, der ebenfalls stark korrodiert und von Titanitkörnern erfüllt ist; häufig ist Epidot, der, in Spindelform parallel den Spaltrissen eingelagert, gegen den Wirt einen deutlich pleochroitischen Hof zeigt. Der stark sericitisierte und mit Epidotkörnern erfüllte Plagioklas ist nach seiner Lichtbrechung ($\gtrless$ 1,56) ein Labradorit. Bei einzelnen frischer aussehenden Plagioklaskörnern und am Rande der Labradorite erweist sich die Lichtbrechung niedriger als 1,56 und höher als 1,55, so daß auch ein dem Andesin nahestehender Plagioklas vorhanden ist. Die Zwischenräume zwischen den oft gut idiomorph ausgebildeten Plagioklasen sind von wenigem, sehr frischem Kalifeldspat mit Mikroklinstruktur und besonders von Quarz ausgefüllt. Den Quarz durchziehen die bekannten Schnüre von Einschlüssen mit beweglicher Libelle und mit manchmal regelmäßig sechsseitiger Gestalt; daneben finden sich viel farblose, haarfeine Nadeln in regelloser Lagerung.

Von Nebengemengteilen sind Erze, Apatit, Zirkon, Orthit, Epidot und Titanit vorhanden. Unter den Erzen herrscht der oft viereckige Eisenkies vor. Das schwarze Eisenerz ist nach seiner leichten Löslichkeit in Salzsäure als Magnetit anzusprechen. Apatit ist in kleinen gedrungenen Säulen in den übrigen Gemengteilen eingeschlossen. Der seltene Zirkon kommt in großen Kristallen vor, die gegen die dunklen Gemengteile, Hornblende und Biotit, pleochroitische Höfe zeigen. Der ebenfalls seltene, rötlichbraune

Orthit ist idiomorph ausgebildet und von Epidot parallel umwachsen. Diese Epidothüllen und andere Kristalle ohne Orthitkern besitzen meist idiomorphe Begrenzung gegen Hornblende und Biotit. Unregelmäßig begrenzter Titanit ist in größeren Körnern nur wenig zu beobachten.

Die Sphäroide bestehen aus Kern und dunklem Mantel. Die meisten Kerne stimmen nach der mineralogischen Zusammensetzung und Struktur mit der Gesteinszwischenmasse überein. Nur selten sind die Kerne etwas dunkler und feinkörniger; dann treten Mikroklin und Quarz noch mehr zurück, während die übrige Zusammen-

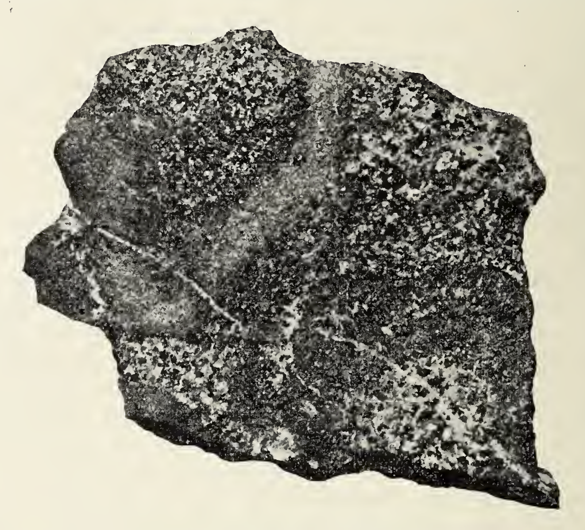


Fig. 1. Kugeldioritgeschiebe von Finkenwalde. 1 : 3.

setzung unverändert erscheint. Die kleinsten Sphäroide haben in ihrem ganzen Durchmesser die feinkörnige basische Zusammensetzung der Mäntel der großen Sphäroide, so daß man sie mit basischen Putzen in vielen Graniten und Dioriten vergleichen kann. Die Mäntel der großen Sphäroide haben einen Durchmesser von 1—5 cm. Sie bestehen hauptsächlich aus stark korrodierter Hornblende, gegen die der Biotit stellenweise fast verschwindet. Die Zwischenräume sind von Plagioklas erfüllt, der nach seiner Lichtbrechung ($\gtreqless$ 1,555) Andesin ist. Mikroklin und Quarz konnte ich in den Dünnschliffen nicht beobachten.

Von den Nebengemengteilen des Gesteins finden sich in den Mänteln die kleinen Säulen des Apatit in auffallend großer Zahl; Titanit ist in rundlichen kleinen Körnern besonders in Hornblende und Biotit eingelagert; Zirkon war nicht zu beobachten; Orthit

ist selten; Epidot tritt meistens in idiomorphen Leisten auf und reichert sich in der Mittelzone der Sphäroidmäntel so stark an, daß er hier als wichtiger Gemengteil erscheint.

Die meisten Sphäroidmäntel zeigen eine deutliche Dreiteilung: die Mitte ist gegenüber einer schmalen, dunklen Innen- und Außenzone heller gefärbt (Fig. 1). Diese graugrüne Färbung der breiten Mittelzone beruht auf der erwähnten Anreicherung des Epidot und



Fig. 2. Kugeldioritgeschiebe von Finkenwalde. 1 : 3.
(Zum Teil polierte Oberfläche.)

auf der hellgrünen Farbe der hier ausgebildeten Hornblende, die sich gegenüber der dunkelgrünen Hornblende in der Außen- und Innenzone sehr abhebt.

Die Mäntel mancher Sphäroide besitzen eine radial gebaute Mittelzone; die nach der c-Achse gestreckten Hornblendekristalle liegen mit ihrer Längsrichtung in der Radialrichtung der Sphäroide. Diese sehr groß ausgebildeten Hornblenden sind so stark durchlöchert, daß man von Siebstruktur sprechen könnte. Einige dieser Hornblendekristalle haben im Kern unregelmäßige helle Stellen, die gegen die Spaltrisse bis 40^0 schief auslöschen; es müssen Reste von parallel eingewachsenem Pyroxen sein. Diese radial ausgebildeten Mäntel lassen auch eine konzentrische Anordnung der Mineralien erkennen, die besonders auf polierten Flächen hervortritt (Fig. 2). Einige Millimeter breite, grünlichgraue und schwarze

Zonen wechseln miteinander ab. Die dunklen Zonen sind gegen die nach außen folgende helle Zone schärfer als gegen die benachbarte innere, helle Zone abgegrenzt; eine entsprechende Abgrenzung der dunklen Zonen gegen die hellen besitzt bekanntlich in noch auffallenderer Weise der Kugeldiorit von Slättmossa in Schweden. Der konzentrische Aufbau des Mantels erscheint in der Mitte am schärfsten und verliert an Schärfe nach innen und außen. Ich konnte bis zu 10 Zonen zählen.

Bei der Bildung haben sich die Sphäroide gegenseitig beeinflußt, wie man aus der gegenseitigen Lage und Gestalt der aneinanderstoßenden und auch der durch etwas Zwischenmasse getrennten Kugeln deutlich ersieht.

Im Gestein verlaufen helle, wenige Millimeter breite, aus Plagioklas, wenig Mikroklin und Quarz bestehende Adern (Fig. 1) durch Kugeln und Zwischenmasse; eine Ader, die quer durch eine Kugel hindurchsetzt, biegt an einer benachbarten Kugel um und verläuft eng um ihren Mantel herum, ohne in sie einzudringen.

Herr Prof. Holmquist hatte die Freundlichkeit, auf Grund der Beschreibung und einiger Abbildungen zu bestätigen, daß das vorliegende Kugeldioritgeschiebe mit keinem uns aus der Literatur bekannt gewordenen nordischen Vorkommen übereinstimmt, und mitzuteilen, daß ein gleiches Gestein im Norden bis jetzt nicht bekannt ist. Ich möchte Herrn Prof. Holmquist für seine Güte hier meinen Dank aussprechen.

Über die Tektonik des Gneisgebietes im westlichen Erzgebirge.

Von Dr. **Franz Kossmat.**

Mit 5 Textfiguren.

(Schluß.)

Die Faltung des West-Erzgebirgischen Gneisgebietes.

An verschiedenen Stellen liefern die Lagerungsverhältnisse den Beweis für die Existenz beträchtlicher tektonischer Bewegungen, die zu überkippten und sogar liegenden Falten, sowie auch zu einzelnen Überschiebungen führten.

Abgesehen vom berühmten Crottendorfer Marmorbruch, wo eine sehr schöne liegende Falte mit SSO-laufender Achse sichtbar ist, zeigt der im gleichen Gneiszuge befindliche Steinbruch von Hammer—Unter-Wiesenthal ein Aufschlußbild, das besonders durch die schöne Verfaltung von plattigem Schiefergneis und Kalk Aufmerksamkeit verdient. Auch hier streichen die Faltenscharniere NNW—SSO, was für die weiteren Überlegungen wichtig ist.

b) Außer diesen Erscheinungen, die ja auch als örtliche Komplikationen aufgefaßt werden könnten, geben zur Beurteilung der Gneistektonik die Beobachtungen von Laube über das Keilberg- und Wirbelsteingebiet einen weiteren Beitrag. Die roten Gneise, die sich als Kern der im Glimmerschiefer eingeschalteten, südöstlich streichenden und SW-fallenden Zone darstellen, verschwinden bei Unter-Wiesenthal in ähnlicher Weise, wie sie im NW bei Ober-Mittweida auftauchten; aber die sie umhüllenden zweiglimmerigen Gneisschiefer setzen sich fort. Jenseits des Keilberges, wo der ganze Zug entsprechend dem Abschlusse der Wölbung von Kupferberg nach O umschwenkt, tritt in ihm wieder roter

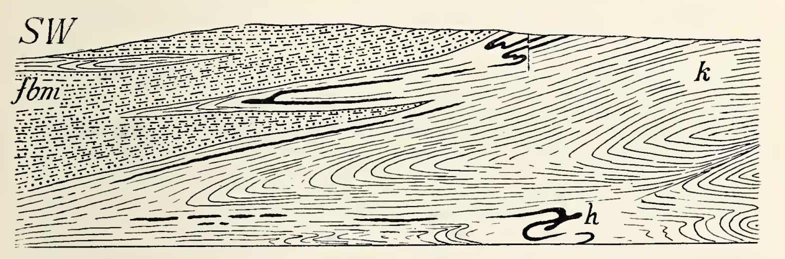


Fig. 4. Fiskalischer Kalkbruch bei Hammer—Unter-Wiesenthal, August 1915 (nach Beobachtung von F. Kossmat und R. Reinisch). Höhe über 20 m.

fbm = plattig-schuppiger, zweiglimmeriger Schiefergneis, k = kristalliner Kalk, h = gefalteter und zerrissener Lagergang von Amphibolit.

Tafel- und Granitgneis am Wirbelstein sowie am Kreuzberg zutage, diesmal aber als unverkennbare Antiklinale. Letztere zieht gegen den Gebirgsrand bei Pürstein, wo sie mit den gleichen Gesteinen des Kupferberger Zuges fast zusammenfließt.

Ich glaube daher, daß die Wiesenthaler Gneiszone nur als eine Antiklinalfalte im Glimmerschiefer zu betrachten ist, die vom südlichen Erzgebirgsabfall in einem gegen NO konvexen Bogen nach Ober-Mittweida—Markersbach verläuft und, etwa von Wiesenthal angefangen, stark gegen NO überschlagen ist.

Die so eigenartig streichende Falte ist zweifellos nicht die westlichste in diesem Abschnitt des Erzgebirges. Das erneute Auftauchen der von dichten Gneisen begleiteten Gneisschiefer von Gottesgab[1] in den normalen Glimmerschiefern fügt sich dem gleichen Bauplane ein und dürfte vielleicht mit jenem Zuge in tektonischem Zusammenhange stehen, der gegen Gesmesgrün streicht. Auffallend

[1] L. C. Laube, p. 54, 66.

ist es, daß sich damit wieder jene Bogenform wiederholen würde, die wir zuerst bei Kupferberg sahen. Eine kurze, vom Gebirgsrande durchschnittene Antiklinale wird noch südöstlich von Joachimsthal angegeben; dann aber ist bereits der Kontaktbereich des in großer Breite durchgreifenden Eibenstock—Karlsbader Granits erreicht.

Wenn die Wiesenthaler Zone nicht eine Einschaltung, sondern eine Auffaltung ist, dann kann die Grenze zwischen dem Südwestrande der Annaberger Gneiskuppel und dem Glimmerschiefer keine einfache Auflagerung sein. Dagegen spricht auch der Umstand, daß zwischen letzterem und dem Hauptgneis jene feldspatführenden Übergangsgesteine, die im obigen als Gneisschiefer bezeichnet wurden, fehlen. In dem Profil Fig. 2 ist daher die Auffassung zum Ausdruck gebracht, daß diese Linie den Ausstrich einer Aufschiebung bezeichnet.

Nach der Deutung der Wiesenthaler Verhältnisse muß auch der gebogene Zug von Orpus—Kupferberg als eine gegen O blickende, stark überkippte Falte aufgefaßt werden, die uns inmitten der dortigen Gneisschiefer nochmals die gleiche Gruppe der roten Gneise samt ihren Begleitgesteinen zutage bringt. Sie wird von sekundären Verdoppelungen begleitet, die sich in der Gegend von Unterhals bei Kupferberg zeigen. Die Verbindung mit der Haßberg-Zone ist, wie bereits früher erwähnt, im Liegenden der Preßnitzer Gneisschiefer zu vermuten. Letztere sind von den der Kuppelwölbung näheren Gebirgsteilen durch Abwaschung entfernt oder treten nur noch in Form einzelner Reste in der Umgebung von Boden, Jöhstadt etc. auf.

Alles zusammengenommen, erklärt sich nach den vorhandenen Anzeichen die eigenartige, besonders durch die roten Gneise und die sie einhüllenden Sedimente zum Ausdrucke gebrachte mehrfache Staffelung im W der Katharinaberger Kuppel durch faltigen, stellenweise von Störungen begleiteten Zusammenschub, welcher der Hauptsache nach quer zur Richtung des Erzgebirges erfolgt ist, aber auf dessen Südseite in die Längsrichtung einlenkt (vergl. die Gegend von Kupferberg).

Innerhalb der Alpen begegnen uns ähnliche Verhältnisse in den großen Gewölben der pieninischen Gneiszone (so im Simplongebiete und in den Tessiner Alpen), ferner weiter östlich in den Hohen Tauern. Wenn man die Karten der Tessiner Alpen und die dazu gehörigen bekannten Profile der Schweizer Geologen[1] betrachtet, die eine Reihe nach N überwälzter „Tauchdecken" zeigen, wird naturgemäß die Frage angeregt, ob nicht

[1] Vergl. die Westalpenkarte und die Profile von Em. Argand, ferner die Tessiner Profile von Alb. Heim, Vierteljahrsschrift der naturforsch. Gesellschaft in Zürich 1906, Taf. II, und die Arbeit von C. Schmidt, Über die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizer Alpen, Eclogae Geol. Helvetiae. IX. 1907.

auch im erzgebirgischen Gebiete ähnliches vorliegt. Nach dieser Annahme kämen die oben beschriebenen Aufschlußbilder dadurch zustande, daß ein System übereinandergelegter Deckfalten gegen SW absinkt, so daß die Denudationsfläche im Gebiete der Katharinaberger Kuppel bereits bis zu deren Unterlage gelangt ist, während weiter südwestlich die einzelnen Faltenelemente der Reihe nach von ihr geschnitten werden.

Gegen diese, bei der Deutung alpiner Profile von sehr vielen Tektonikern bevorzugte Auffassung spricht in unserem Falle die ausgesprochene NNW—SSO-Richtung der Scharniere in den Kalkfalten und vor allem auch der Umstand, daß sich die Wiesenthaler Isoklinalfalte im Streichen gegen den Gebirgsrand bei Wiesenthal schließt und im Wirbelstein als normale Antiklinale wieder aufsteigt (vergl. auch das Profil von Laube, p. 98). Diese Erscheinung weist darauf hin, daß der bogenförmige Verlauf des Gneiszuges nicht eine bloß durch besondere Denudationsverhältnisse geschaffene Aufschlußfigur ist, sondern bis zu einem gewissen Grade dem Verlauf der Faltenachse entspricht. Letztere beschreibt also gleichfalls einen Bogen, der aus der Längs- in die Querrichtung übergeht. Man muß sich auch fragen, ob nicht in den alpinen Beispielen mitunter ähnliche Verhältnisse vorliegen. Gerade bei den oft genannten Teildeckensystemen der Tessiner Alpen, sowie der Gebirgsgruppe Dent de Morcles-Diablerets ist die Annahme transversaler Stauchungen, durch welche die außerdem vorhandenen großen Längsfaltungen und Überschiebungen beträchtlich kompliziert werden können, nicht von der Hand zu weisen. Es können dadurch Deckenreihen in solchen Fällen vorgetäuscht werden, wo es sich um transversale Schuppungen einer einzigen größeren Einheit handelt (vergl. Mitteil. d. geol. Gesellsch. Wien 1913. p. 124 etc.).

Das tektonische Problem der Haßberggneise.

Mit einer Erklärung der Wiederholungen im Wiesenthaler—Kupferberger- und Haßberg-Zug ist die Hauptfrage nicht erledigt. Denken wir uns die betreffenden Falten ausgeglichen, so liegt in weiter Erstreckung eine große Platte von rotem Gneis — und zwar schuppiger Tafelgneis mit linsenartigen Körpern von Granitgneis — zwischen dem Annaberger Komplex als Liegendem und der Gneisschiefergruppe als Hangendem. Die Annahme eines ungeheueren Lagerganges von rein intrusiver Entstehung hat wenig Wahrscheinlichkeit. Die groben Granitgneise stecken als Linsen in ihrer Hülle, ähnlich wie wir es bei den Amphiboliten und bei den kristallinen Kalken beobachten. Diese Form kann nicht durch Intrusivvorgänge entstanden sein, sondern führt sich auf Streckung und Zerreißung zurück. Schon wenn man irgend einen dieser linsenförmigen Körper betrachtet, dessen Randzonen meist zu langgestreckten Quarz-Feldspatstreifen mit spärlichem Glimmerbelag

umgeformt sind, während der Kern oft noch als Augengneis ausgebildet ist, erhält man den Eindruck, daß hier eine granitische Masse unter Umkristallisation auf das Mehrfache ihrer ursprünglichen Horizontalausdehnung gestreckt wurde. Da aber diese Linsen selbst wieder nur Teile sind, zwischen denen der Zusammenhang völlig zerrissen wurde, ist jedenfalls mit einer ganz gewaltigen Verzerrung des ursprünglichen Intrusivkörpers zu rechnen.

Verschiedene Gründe sprechen dafür, daß diese Verschleppung von S oder SO her erfolgte, daß also in letzterer Richtung das ursprüngliche Kerngebiet der Haßberg—Kupferberg—Wiesenthaler Gneise zu suchen ist. Tatsächlich treten an der südlichen Erzgebirgsabdachung, teilweise auch schon jenseits derselben in den Taleinschnitten des Egerflusses, die roten Gneise und die mit ihnen durch Übergänge verbundenen Egergranulite[1] in großer Ausdehnung zutage. Im Gegensatze dazu sind auf der NW-Seite der westlichen Erzgebirgskuppel nur schmale Linsen von roten Gneisen der Glimmerschieferhülle eingeschaltet. Auch sie sind, soweit sie plutonischen Ursprung haben, nicht als intrusive Lagergänge im gewöhnlichen Sinne des Wortes aufzufassen, sondern als verschleppte, lagerartig ausgezogene Teile von Intrusivkörpern, teilweise vielleicht auch aus dem Zusammenhang gerissene und gestreckte Apophysen. Es darf aber keineswegs gesagt werden, daß die auf der NW-Seite des Erzgebirges vorkommenden Muscovitgneise ihren Ursprung auf dem Gegenflügel haben müssen. Ähnlich, wie die bekannten, in den Endstadien der varistischen Faltung entstandenen Granitstöcke über zahlreiche Gebiete verstreut sind, müssen sich auch die roten Granitgneise, die einer früheren, lange vor den Abschluß der großen Bewegungen fallenden Phase der magmatischen Tiefenvorgänge angehören, in Einzelkörper gegliedert haben, die natürlich durch tektonische Einwirkungen völlig verzerrt wurden. Daß tatsächlich verschiedene Intrusivgebiete vorhanden sind, zeigt uns ja das Auftauchen der Granulitkuppel nordwestlich des Erzgebirges, die als geschlossene Masse bis zur Schieferhülle emporreicht, während die Granulite des Egertales und jene von Zöblitz im Erzgebirge als örtliche Ausbildung in der Region der roten Gneise erscheinen.

Zusammenfassung.

Die im Vorhergehenden beschriebenen tektonischen Erscheinungen in der Gneisregion des westlichen Erzgebirges[2] gehören

[1] Über die gleichfalls plutonischen Egergranulite vergleiche man die Arbeit von F. Leibling: Die Granulite an der Eger. Inauguraldissertation. Leipzig 1908.

[2] Auf die Verknüpfung der hier behandelten Fragen mit den in neuerer Zeit aufgeworfenen Problemen anderer Teile des varistischen

nicht sämtlich dem gleichen Typus und auch nicht der gleichen Phase von Bewegungen an.

1. Die Ausbildung der Gneisstruktur und die Gruppe von Gleitbewegungen, durch welche die wohl vorwiegend gegen N und NW gerichtete lager- oder deckenförmige Ausbreitung der Haßberggneise, und zwar bezeichnenderweise in der Hauptsache zwischen den grauen Hauptgneisen und deren schieferiger Hülle erfolgte, wird als ein Vorgang zu betrachten sein, der sich in den Tiefen der varistischen Faltungszone vollzog. Seinen Abschluß erreichte er, sobald die betreffenden Krustenteile im Laufe der Faltung hoch genug gestiegen und tief genug abgetragen waren, um den betreffenden physikalischen Verhältnissen entzogen zu werden[1].

Die plastische Umformung kann sogar unmittelbar mit der magmatischen Durchtränkung des sich faltenden Gebietes einhergehen. Der Vergleich der Egergranulite mit den mittelsächsischen Granuliten liegt, wie schon oben angedeutet wurde, nahe. Da nun letztere mit ihrer metamorphen paläozoischen (Cambrium—Silur—Devon) Hülle den Beweis liefern, daß in den Tiefen der uns interessierenden Gebirgszone während der Faltung ein weitaus höherer Magmastand herrschte, als dem normalen geothermischen Gefälle entspricht, ist es nicht sehr gewagt, anzunehmen, daß auch die roten Gneise des Erzgebirges noch während einer Zeit gestreckt wurden, die an ihren Erstarrungsvorgang unmittelbar anknüpft. Diese Annahme liegt besonders nahe, weil sich bie begleitenden granat- und turmalinreichen Muscovitschiefer sowie die erzführenden Kalksilikatgesteine entschieden als Kontaktbildungen verhalten. In diesem Punkte besteht kein Gegensatz zwischen der hier vertretenen Auffassung und der Lakkolithentheorie.

2. Die kuppelige Aufwölbung und transversale Stauchung der Hülle dürfte im Laufe der Streckbewegung einsetzen, sie aber überdauern. Jedenfalls mußten derartige Zusammenfaltungen der Gesteinsreihe, wie sie im Kupferberger und Wiesenthaler Gebiet vorkommen, ein späteres Bewegungsstadium darstellen als die Ausbreitung der Platten und Linsen von roten Gneisen.

Mit den Faltungsvorgängen sind Dislokationen verknüpft, wie sie in der Linie Bärenstein—Sonnenberg oder Königswalde—Schmiedeberg auftreten. Die Ausbildung von Ruschelzonen, also der kataklastische Charakter der Gesteinsveränderungen, weist darauf hin, daß mit der fortschreitenden Bloßlegung des Gebirges, die schon im oberen Culm erfolgte, die früher tief begrabenen

---

Grundgebirges, z. B. des Schwarzwaldes und der Vogesen, der Münchberger Gneismasse, der Sudeten und des niederösterreichischen Waldviertels kann hier nicht eingegangen werden.

[1] F. Kossmat: Übersicht der Geologie von Sachsen. Kurze Erläuterungen zu den von der Kgl. Sächs. geologischen Landesuntersuchung herausgegebenen Übersichtskarten. Leipzig 1916.

Regionen des Grundgebirges mehr und mehr in den Bereich der oberen Krustenbewegungen rückten.

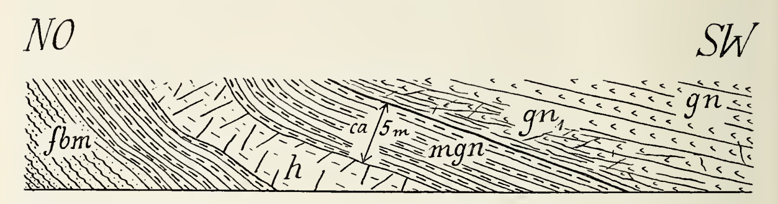


Fig. 5. Aufschiebung des Annaberger Gneises auf den Westrand der Boden-Scholle im Bahneinschnitt südlich der Station Königswalde (südöstlich von Annaberg).

gn = Annaberger Gneis, gn_1 = verruschelter, von zahlreichen Quarzlinsen durchzogener Annaberger Gneis, fbm = feinstreifiger Wechsel von schuppigem Muscovitgneis mit zweiglimmerigen Lagen, mgn = schuppiger Muscovitgneis, h = Hornblendegestein.

3. Die Verwerfungen, welche während der Rotliegendzeit manche Teile des Erzgebirges außerordentlich zerstückelten und häufig durch das Aufsetzen von Porphyrgängen kenntlich werden, scheinen in dem hier betrachteten Gebiete keine wichtige Rolle zu spielen. Ähnliches gilt aber auch für die tertiären Störungen, deren Wirkungen wohl erst nahe der Abbruchgrenze gegen das nordwestböhmische Becken ins Gewicht fallen.

Besonderes Interesse bietet in der Tektonik des Erzgebirges die unter 2 erwähnte Erscheinung der transversalen Faltungen und der Kuppelbildungen. Es ist auffallend, daß in bezug auf das tektonische Kartenbild gewisse Ähnlichkeiten mit der Monte Rosa-Zone in den Westalpen, besonders mit den Tessiner Gneismassiven, vorhanden sind.

Meist nimmt man an, daß der transversale Verlauf der betreffenden Falten nur ein scheinbarer ist, daß es sich vielmehr um Aufschlußbilder von Teildecken handelt, die sämtlich gegen den Außenrand des Gebirges, also in unserem Falle gegen NW gewandert sind, aber infolge des Absinkens ihrer Achse nach einer bestimmten Richtung von der Denudationsfläche quer geschnitten werden. Im Erzgebirge kommen wir aber ohne Annahme beträchtlicher transversaler Stauchungen der Faltenzone nicht aus (vergl. p. 161). Die Ursache derartiger Bewegungen liegt ziemlich klar zutage, besonders in bogenförmigen Gebirgen vom Typus der Alpen oder des varistischen Systems, deren ganze Anlage nicht ohne Verkürzung der in konkaven Teilen liegenden Falten zustande gekommen sein kann.

Zu den sehr mannigfaltigen, durch derartige Vorgänge entstandenen Bauformen gehören auch die Brachyantiklinalen oder Gewölbe, die nicht nur in Gesteinen der kristallinen Kernzonen, sondern unter gewissen Bedingungen auch in den äußeren Sedimentgürteln auftreten können[1].

Das erzgebirgische Gebiet liegt völlig innerhalb des Wirkungsbereiches der varistisch-sudetischen Wendung, die uns auch durch den Gegensatz zwischen dem Streichen des Elbtalschiefergebirges und der vogtländisch-erzgebirgischen paläozoischen Falten vor Augen geführt wird. Denken wir uns den Bogen gestreckt, dann würden die Stauchungen vom Typus des Wiesenthaler und Kupferberger Zuges verschwinden und an die Stelle des erzgebirgischen Gewölbebaus würde eine lange Zone von Gneisfalten treten, die sich mit dem Fichtelgebirge ohne Unterbrechung vereinigen müßte.

Was den Zonen tiefer Faltung, die im Erzgebirge vorliegen, ein besonderes Gepräge gibt, das ist einerseits die entsprechend den neuen tektonischen Bedingungen orientierte Umkristallisation des alten Sockels der Sedimentserie, wodurch dessen frühere Strukturformen verwischt wurden, anderseits das Emporquellen batholithischer Magmastöcke, die aber durch die tektonischen Bewegungen schon im Entstehen umgeformt wurden und durch ihre Verzerrung oft das Bild verzweigter Lakkolithen geben, von denen sie sich eben durch ihre tektonische Passivität unterscheiden. Die letzten granitischen Massen, die im Erzgebirge u. a. O. während des allmählichen Erlöschens der Faltung in die Tiefen des mehr und mehr erstarrenden Gebirges eindrangen, konnten ihre Batholithenform behaupten; doch scheint ihre Verteilung im großen und ganzen tektonisch vorgeschrieben zu sein, wie die häufige Verknüpfung mit Gneisgewölben oder mit bestimmten tektonischen Hauptlinien zeigt[2].

Geol.-pal. Institut d. Universität Leipzig, Dezember 1915.

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Am 25. Mai 1915 traf eine russische Granate bei Rudnik am San den jungen Mineralogen, Privatdozenten Dr. **R. von Görgey** zu Tode und zerstörte ein reiches, blühendes Menschenleben, uns,

---

[1] Vergl. die Zone der Ellipsoide in der Umrandung der Venetianer Ebene. Kossmat, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. d. Geolog. Ges. Wien 1913.

[2] Vergl. Th. Brandes: Die niederländisch—herzynische Vergitterung oder Querfaltung und der jungpaläozoische Vulkanismus in Mitteldeutschland. Teubner, Leipzig 1913.

seinen Freunden und Kollegen, zu tiefstem Schmerze, der Wissenschaft aber zu schwerem, unersetzlichem Schaden. Darüber waren alle, die ihm in seinem allzukurzen und doch so reichen Leben nahegestanden waren, die seine Leistungen auf wissenschaftlichem Gebiete zu würdigen gewußt haben, einig, daß er am Beginne einer Laufbahn stand, wie sie nur wenigen zu betreten vergönnt sein kann.

Seine Lehrer achteten ihn hoch und waren stolz auf ihren Schüler, seine Freunde und Kollegen haben ihn herzlich lieb gehabt, denn nicht nur als Forscher, sondern auch als Mensch besaß er in seltenem Einklang die schönsten Eigenschaften. Es war uns stets, wenn wir ihn über seine Arbeiten sprechen hörten, oder wenn wir mit ihm mineralogisch interessante Gebiete durchwanderten, als habe die Natur hier einmal und nicht wieder alle ihre körperlichen und geistigen Vorzüge vereinigt. Viele seiner Freunde haben von ihm nicht allein durch sein Beispiel Anregung erfahren, sondern haben durch Besprechungen mit ihm ihre eigenen Arbeiten gefördert; aber nie hat er im persönlichen Verkehr die geistige Überlegenheit durchfühlen lassen. Förderung unseres Wissens war allein Zweck aller seiner Untersuchungen; die Forscherarbeit war ihm um ihrer selbst willen lieb, und niemals unternahm er eine Arbeit, um irgend etwas Bestimmtes damit zu erreichen. Er wollte nur die Möglichkeit haben, wissenschaftlich arbeiten zu können; in anderem Sinne dachte er nicht an die Zukunft.

Neben seinem Lehrer, Professor F. Becke, dessen Assistent er die letzten vier Jahre war, ist es vor allem Felix Cornu — der gleich ihm der Wissenschaft viel zu früh geraubt wurde — gewesen, der zuerst sein Berater und Führer, dann sehr bald sein treuester Freund wurde. Cornu hat den jungen Görgey zu seinen Arbeiten über die Zeolithe angeregt, und die gemeinschaftlich unternommene Reise nach den Färöern im Jahre 1907 hatte reiches Material gebracht, dessen Bearbeitung nur mehr dem jüngeren der beiden Freunde gegönnt war.

Bald aber hatte sich Görgey ein selbständiges großes Arbeitsgebiet, das der Salzlagerstätten, geschaffen, das ihm noch reiches Arbeitsmaterial für die Zukunft geboten hätte. Viel wäre da noch entstanden, viel aber verdanken wir seinem rastlosen Arbeitseifer und seinem Forscherblick. Wie oft sind z. B. die alpinen Salzlagerstätten von Fachleuten untersucht worden, und doch war es Rudolf Görgey, der sie uns mineralogisch erst erschloß, der nachwies, daß viele von den Staßfurter Salzmineralien auch die alpinen Salzlager bergen.

Viel Freude und viel Anregung haben ihm seine weiten Reisen gebracht. Immer und immer wieder zog es ihn fort; Reisen war seine liebste Erholung und am meisten zog es ihn nach unbekannten Gegenden. Die von Dr. F. König geplante österreichische

Südpolarexpedition mitzumachen, hatte er ernstlich erwogen. Seine kräftige Konstitution, sein Mut und seine Entschlossenheit, vor allem aber sein scharfer, umfassender Blick haben ihn geradezu zum idealen Forschungsreisenden bestimmt. Er besuchte öfters Elba, teilweise mit Felix Cornu zusammen, und eine Monographie von Elba war zuerst von beiden geplant, ein Vorhaben, das Görgey nach seines Freundes Tod zwar zurückstellte, aber durchaus nicht aufgab. Im Frühjahr 1914 — vor Kriegsausbruch — unternahm er eine größere Reise nach Syrien, die ihn in sehr wenig betretene Gegenden brachte. Die Aufarbeitung und Verwertung der Ergebnisse dieser Reise hat ihm nun der Tod verwehrt.

Zahlreich waren seine Arbeitspläne für die Zukunft, und wie mancher wertvolle Gedanke mag ihm während der 9 Monate, die er im Felde stand, gekommen sein. Denn auch dort dachte er über wissenschaftliche Fragen nach und ließ sich oft von uns Abhandlungen ins Feld hinaussenden.

Alles das ist nun dahin.

Daß der Name Rudolf Görgey in der Wissenschaft fortleben wird, daß seine Freunde ihn nicht vergessen werden, schuf er sich selbst.

H. Leitmeier.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen R. v. Görgey's.

1907. Pleochroitischer Anhydrit von Staßfurt. Tscherm.'s Min.-petr. Mitt. **26**. Heft 1 und 2.
— Neue Mineralvorkommen aus Elba. Ebenda. **26**. Heft 4.
1908. Über Mesolith. Ebenda. **27**. Heft 3. (Vorläufige Mitteilung.)
— Über Skolezit von Suderö. Dies. Centralbl. No. 17.
1909. Über Mesolith. Tscherm.'s Min.-petr. Mitt. **28**. Heft 1 und 2.
— Salzvorkommen aus Hall in Tirol. Ebenda. **28**. Heft 4.
— Eine neue Apatitvarietät aus Elba. Dies. Centralbl. No. 11.
1910. Minerale alpiner Salzlagerstätten. Tscherm.'s Min.-petr. Mitt. **29**. Heft 1 und 2.
— Zur Kenntnis der Minerale der Salzlagerstätten. Ebenda. **29**. Heft 3.
— Minerale tertiärer Kalisalzlagerstätten. Ebenda. **29**. Heft 6.
— Ein Beitrag zur topographischen Mineralogie der Färöer. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIX.
— Felix Cornu †. Dies. Centralbl. No. 4.
1911. Die Entwicklung der Lehre von den Salzlagerstätten. Geologische Rundschau. **2**. Heft 5/6.
— Die Zeolithe des Neubauerberges bei Böhmisch-Leipa. Mitteil. d. naturw. Ver. an der Universität Wien. 9. Jahrg. No. 2.
— Versteinerte Tiere und Pflanzen. „Die Bildung." 3. Jahrg. No. 7.
1912. Zur Kenntnis der Kalisalzlager von Wittelsheim im Oberelsaß. Tscherm.'s Min.-petr. Mitt. **31**. Heft 4 und 5.
— Über das Steinsalz. Ebenda. **31**. Heft 6.
— Schöne und bedeutende Mineralfunde. Fortsch. d. Min., Krist. u. Petr. **2**.

1913. Über Salzgesteine der Kalilager von Wittelsheim im Oberelsaß. Kali. 7. Jahrg. Heft 13.
— Bericht über die bisherigen Untersuchungen der österreichischen Salzlagerstätten. Anzeiger d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. 1913.
1914. Über die Kristallform des Polyhalit. Ebenda. 1914.
— Über die alpinen Salzgesteine. Sitzber. k. Akad. d. Wiss. **123**. Abt. 1.
— Über die Kristallform des Polyhalit. Tscherm.'s Min.-petr. Mitt. **32**. Heft 1 und 2.

Zusammen mit F. Cornu:

1908. Zur Geologie der Färöer. Dies. Centralbl. No. 22.

Zusammen mit V. Goldschmidt:

1911. Über Datolith. Zeitschr. f. Krist. **48**. Heft 6.

Zusammen mit M. Seebach:

1911. Neue Mineralfunde von Oberstein. Dies. Centralbl. No. 6.

Zusammen mit F. Becke, A. Himmelbauer und F. Reinhold:

1913. Das niederösterreichische Waldviertel. Tscherm.'s Min.-petr. Mitt. **32**. Heft 3.

Am 8. Februar d. J. verschied in Gotha nach längerer Krankheit an den Folgen eines Sturzes mit dem Flugzeug Dr. **Theodor Brandes**, Inhaber des Eisernen Kreuzes, Privatdozent und Assistent am Geologisch-paläontologischen Institut der Universität Leipzig. Er wurde am 8. Mai 1886 in Hannover geboren und promovierte zum Dr. phil. in Göttingen am 15. Juni 1912. Am 1. April 1911 war er Assistent am dortigen Geologisch-paläontologischen Institut geworden und trat am 1. Januar 1913 als solcher in das gleichnamige Institut der Universität Leipzig ein. Am 4. März 1914 erhielt er in Leipzig die venia legendi für Geologie und Paläontologie.

Brandes hatte sich zuerst mit stratigraphisch-paläogeographischen Untersuchungen über den Lias zwischen Harz und Eggegebirge befaßt, deren Ergebnisse er im XXXIII. Beil.-Bd. des N. Jahrb. f. Min. etc. 1912 veröffentlichte. Seine wichtigsten anderen Arbeiten handeln über:

Plesiosauriden aus dem Unteren Lias von Halberstadt. Palaeontogr. 1914.
Das erzgebirgische Becken als Beispiel einer Geosynklinale kleiner Spannweite. Sitzber. d. Naturf. Ges. Leipzig 1914.
Die niederländisch-herzynische Vergitterung und der jungpaläozoische Vulkanismus in Mitteldeutschland. (Erschienen 1914 als vorläufiger Bericht; eine ausführliche Veröffentlichung war in Vorbereitung und wird nach seinen hinterlassenen Schriften erfolgen können.)

Im Institute zeichnete sich Brandes durch seine unermüdliche Tätigkeit und seine Lehrbefähigung aus, aber auch die sächs. geol. Landesuntersuchung, für welche er die Aufnahme des Blattes Stollberg durchgeführt hatte, verliert an ihm einen eifrigen und tüchtigen Mitarbeiter.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ferdinand Henrich †.

Am 21. Dezember 1915 starb der pensionierte Professor am Realgymnasium zu Wiesbaden FERDINAND HENRICH im Alter von 79 Jahren. Weiteren Kreisen ist er durch sein Lehrbuch der Kristallberechnung und durch geologische Arbeiten bekannt geworden. In seinem engeren Wirkungskreise hat er sich Verdienste um den Unterricht in Kristallographie, Mineralogie, Chemie und Mathematik erworben. Immer ist er durch die Tat für die Erweiterung und Vertiefung des Unterrichts in diesen Gegenständen eingetreten und hat in diesem Sinne vorbildlich gewirkt. Daß die Kristallographie nicht „auswendig gelernt", sondern schon von den Schülern tiefer erfaßt wurde, hat er in seinem Unterricht dadurch erreicht, daß er die einzelnen Körper elementar-mathematisch und in den genetischen Beziehungen erklärte, sie parallel-perspektivisch zeichnen und Modelle davon anfertigen ließ. Die Mineralogie prägte er so dem Gedächtnis des Schülers tiefer ein, daß er die wichtigsten Mineralien zu Übungsbeispielen im praktisch-chemischen Unterricht machte. War die Analyse fertig, so bekam man die wichtigsten Vorkommen des betreffenden Minerals erneut zu sehen und konnte sie studieren. Es war ihm gelungen, den praktischen chemischen Unterricht, der in der nassauischen Zeit des Wiesbadener Realgymnasiums längst eingerichtet war, in der preußischen Zeit dieser Anstalt zu erhalten. Er richtete fakultative Stunden ein und vermittelte dem fleißigen Schüler bereits einige Fertigkeit im chemischen Arbeiten und im Analysieren. Ein unerfüllter Wunsch blieb ihm die Einführung des geologischen Unterrichts in den Lehrgang seiner Schule.

Er wurde am 12. März 1837 zu Schwanheim bei Frankfurt a. M. geboren, studierte zwei Jahre an der Polytechnischen Schule in Karlsruhe, dann ein Jahr an der Bergakademie in Freiberg Naturwissenschaften und Bergfach und wandte sich bald darauf dem Lehrberufe zu. Nachdem er drei Jahre in Geisenheim am Rhein tätig war, kam er 1865 an das Realgymnasium in Wiesbaden, wo er 45 Jahre lang, bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1910 wirkte. Neben seiner beruflichen, hat er stets wissenschaftliche Tätigkeit ausgeübt. Außer Lehrbüchern der Arithmetik und Algebra, der ebenen und sphärischen Trigonometrie gab er „Tabellen zur

qualitativen Analyse“ heraus, verfaßte „Vorträge über Geologie“ (Wiesbaden 1878) und das schon erwähnte „Lehrbuch der Kristallberechnung“ (Stuttgart 1886).

An Einzelabhandlungen erschienen:

1. Über die Temperaturen im Bohrloche zu Sperenberg und die daraus gezogenen Schlüsse. N. Jahrb. f. Min. etc. **1876**. p. 716.

   Ein Abdruck und eine Ergänzung dieser Arbeit erschien in der Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen.

2. Über die Temperaturen in dem Bohrloch zu Sperenberg und die darüber angestellten Rechnungen. N. Jahrb. f. Min. etc. **1877**. p. 897.
3. Über die Temperaturverhältnisse im Bohrloch bei Schladebach (bei Halle a. S.) von 1416—1716 m Tiefe. N. Jahrb. f. Min. etc. **1888**. p. 181.
4. Über die Gleichungen, welche die Temperaturverhältnisse im Bohrloch zu Schladebach am besten wiedergeben. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. **38**.
5. Über die Temperaturen in dem Bohrloch Paruschowitz V. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. **1904**. p. 52.

   Verkürzt und ergänzt wiedergegeben in der Zeitschr. f. prakt. Geol. **12**. p. 316. 1904.

6. Beitrag zur Theorie der intermittierenden kohlensäurehaltigen Quellen. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. **27**. p. 199.
7. Theorie der Kohlensäure führenden Quellen, begründet durch Versuche. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. **50**. p 533. 1902.
8. Über die Bedeutung der Kohlensäure bei Sauerquellen und Sprudeln. Prometheus. **15**. p. 513. 1904.
9. Der Namedy-Sprudel bei Andernach erklärt und berechnet. Zeitschr. f. prakt. Geol. **18**. p. 447. 1910.
10. Über die von Bunsen aufgestellten Gleichungen, welche die Absorptionskoeffizienten der Gase zu berechnen gestatten. Zeitschr. f. physik. Chem. **2**. p. 435. 1893.
11. Über Einlagerungen von Kohle im Taunusquarzit. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **1901**. p. 10.
12. Über die Vorkommen von erdiger Braunkohle in den Tertiärschichten Wiesbadens. Zeitschr. f. prakt. Geol. **13**. p. 409. 1905.
13. Beitrag zur Kenntnis der fossilfreien Taunusgesteine. Zeitschr. f. prakt. Geol. **15**. p. 253. 1907.
14. Uber die Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser auf Gesteine und über den Ursprung und den Mechanismus der kohlensäureführenden Thermen. Zeitschr. f. prakt. Geol. **18**. p. 85. 1910.

Zur Gruppierung der 32 Kristallklassen.

Von **Hermann Tertsch** in Wien.

Mit 1 Textfigur.

(Schluß.)

Stufe 5: Kombination der Stufe 1 mit S, welche zu den einpoligen Deckachsen parallel sind.

⍏ $D^1 + S$ gibt eine einfache S, also keine neue Klasse (monoklin domatisch).

⍏ $D^2 + S =$ ⍏ $D^2 S$ (S). Hier verlangt die Deckachsensymmetrie das gleichzeitige Auftreten zweier verschiedener Symmetrieebenen, die als Schnittlinie die D^2 selbst enthalten. Da nicht nur die rechte und linke, sondern auch die vordere und hintere Hälfte des Kristalls symmetrisch gleich sein sollen, können als Kristallachsen außer der ⍏ D^2 nur noch zwei mögliche Richtungen in den beiden S gewählt werden, die auf der ⍏ D^2 normal stehen und ungleichwertig sind. Damit ist wieder das rechtwinklige, ungleichwertige Achsenkreuz des rhombischen Systems gegeben (rhombisch pyramidal).

⍏ $D^3 + 3\,S$ fordert keine weiteren Symmetrieelemente. Turmalin ist ein bekanntes Beispiel der ditrigonal pyramidalen Klasse.

⍏ $D^4 + 2\,S =$ ⍏ D^4, $2\,S_n$ $(2\,S_z)$ entspricht der ditetragonal pyramidalen Klasse.

⍏ $D^6 + 3\,S =$ ⍏ D^6, $3\,S_n$ $(3\,S_z)$ stellt die analoge dihexagonal pyramidale Klasse dar.

4 ⍏ $D^3 + 6\,S = 4$ ⍏ D^3 $(3\,D^2)$ $6\,S$ (tesseral hexakistetraedrisch). Hier ist bezüglich der additiven S keine Wahl möglich, da die sonst noch in Frage kommenden $3\,\Sigma$ der Forderung nicht genügen, daß sie auf keiner D^{2x} normal stehen sollen. In die 5. Stufe läßt sich somit nur die Kombination mit 6 Nebensymmetrieebenen aufnehmen.

Stufe 6: Kombination der Stufe 2 mit S, welche zu den wechselpoligen Deckachsen parallel sind.

$\wedge\, D^1 + S = C, S\,(D^2)$, führt also zu der schon bekannten Klasse: monoklin prismatisch.

$\wedge\, D^2 + S = \Sigma, S$. Das wäre nur möglich, wenn die Schnittlinie beider Ebenen eine D^2 ist, was zur rhombisch pyramidalen Symmetrie führt.

$\wedge\, D^3 + 3\,S = D^3 + C, 3\,S_n\,(3\,D^2{}_n)$. Das automatische Hinzutreten der $3\,D^2{}_n$ beruht auf der Einführung des C und liefert die Symmetrie des Kalkspates (ditrigonal skalenoedrisch).

$\wedge\, D^4 + 2\,S$. Diese sehr interessante Symmetrieklasse läßt sich leicht aus der Projektion der bisphenoidischen Klasse ableiten,

wenn man durch die $\wedge D^4$ entsprechend ihrer Vierzähligkeit zwei gleiche Symmetrieebenen hindurchlegt. Die Verteilung der symmetrisch sich wiederholenden Begrenzungselemente ist dann derartig, daß man $\wedge D^4 + 2S = D^2$, $2D^2_n$, $2S_z$ setzen kann, wobei charakteristischerweise die D^2 und S aufeinander nicht normal stehen. In unserer Art der Ableitung verschwindet die sonst recht sonderbare Stellung, welche diese tetragonal skalenoedrische Klasse (Kupferkies) zumeist im tetragonalen System zugewiesen erhält. Abgesehen von dem nachweisbaren Vorhandensein einer $\wedge D^4$ dokumentiert sich die Zugehörigkeit zum tetragonalen System dadurch, daß eine besonders ausgezeichnete und zwei dazu normale gleiche Richtungen (tetragonales Achsenkreuz) durch die Symmetrie gegeben sind.

$\wedge D^6 + 3S$. Da sich $\wedge D^6$ durch $D^3 + \Sigma$ ersetzen läßt, ergibt sich $\wedge D^6 + 3S = D^3 + \Sigma$, $3S_z$ ($3 \perp D^2_n$). Es treten also automatisch drei polare D^2 hinzu. Hier gelten die gleichen Überlegungen wie anläßlich der „hemihexagonal bipyramidalen" Gruppe (vergl. p. 152). Auch hier prägt sich die volle Zugehörigkeit zu dem hexagonalen und nicht trigonalen System, außer durch das Vorhandensein einer wechselpoligen D^6 (Inversionsachse) noch dadurch aus, daß diese Symmetrie durch Beifügung eines C sofort in die Symmetrie der hexagonalen Vollform übergeht. Auch hier wird es vorteilhaft sein, die Namen: „ditrigonal bipyramidal" oder „trigonotyp hemiedrisch" durch dihemihexagonal bipyramidal zu ersetzen[1].

$4 \wedge D^3 + 6S = 4D^3 + C$ (3Σ), $6S$ ($3D^4$, $6D^2$). Die starke gegenseitige Abhängigkeit der einzelnen Symmetrieelemente führt zu einem mächtigen Anschwellen der wirklich vorhandenen Symmetriedaten (tesseral hexakisoktaedrisch).

Stufe 7: Kombination der Stufe 3 (oder 4) mit S, die den zweipoligen Deckachsen parallel sind.

Es sei gleich vorausgeschickt, daß sowohl die Verwendung der Stufe 3 wie auch jene der Stufe 4 zu den gleichen Resultaten führt; nur liegt hier wieder ein deutlicher Beleg dafür vor, daß es ganz der Willkür überlassen bleibt, welche Symmetrieelemente als notwendig bezeichnet, welche als unabhängig voneinander der Ableitung zugrunde gelegt werden (vergl. die Ableitung der rhombischen Vollform aus der Stufe 3 oder der Stufe 4). Für das trigonale und tesserale System führt weder die Verwendung der Stufe 3 noch der Stufe 4 zu neuen Kombinationen. Im folgenden ist die Stufe 3 als Grundlage gewählt.

---

[1] Es kann nicht geleugnet werden, daß der gewählte Name an philologischer Schönheit sehr zu wünschen übrig läßt. Der Zweck dieser Namengebung wurde oben (p. 152) auseinandergesetzt.

$D^2 + C + // S$. Da es sich um eine mit D^2 parallele S handelt, ist eine Verwechslung mit der Symmetrie der monoklinen Vollform ausgeschlossen. Die Symmetrie erhöht sich automatisch, denn $D^2 + C + // S = D^2 (D^2, D^2) C, S (S, S)$, entsprechend der rhombisch bipyramidalen Klasse.

$D^4 + C + // 2 S = D^4 (2 D^2_n, 2 D^2_z) C (\Sigma) 2 S_n (2 S_z)$. Auch in dieser ditetragonal bipyramidalen Abteilung tritt eine starke automatische Vermehrung der Symmetrieelemente ein, welche sich ganz analog im hexagonalen System wiederholt.

$D^6 + C + // 3 S = D^6 (3 D^2_n, 3 D^2_z) C (\Sigma) 3 S_n (3 S_z)$, dihexagonal bipyramidal.

Jeder weitere Versuch, durch Hinzufügung irgendeines Symmetrieelementes eine neue Symmetriekombination zu erzielen, ist bekanntlich aus mathematischen Gründen ausgeschlossen, die Ableitung ist also in diesen 7 Stufen beendet und umfaßt alle 32 möglichen Kristallklassen.

In der Tabelle (p. 176 und 177) sind die 32 Klassen in der Reihenfolge ihrer stufenförmigen Entwicklung zusammengestellt. Innerhalb jedes einzelnen Feldes sind in der ersten Zeile die für die Ableitung verwendeten notwendigen Elemente angeführt, die zweite Zeile enthält den Klassennamen und die Angabe eines dieser Klasse entsprechenden Beispieles, in der dritten Zeile sind die wirklich vorhandenen Symmetrieelemente in der üblichen Form voll ausgeschrieben (die automatisch hinzutretenden eingeklammert), während besondere Eigentümlichkeiten der Klassen noch durch eigene Buchstaben in der vierten Zeile gekennzeichnet sind. E weist auf das Auftreten enantiomorpher Formen hin, die nach Groth an das Fehlen von Ebenen der einfachen oder zusammengesetzten Symmetrie geknüpft sind, Z deutet auf die Möglichkeit einer Zirkularpolarisation hin, P bedeutet, daß die Kristalle dieser Klassen pyroelektrisch, Pz, daß sie piezoelektrisch erregbar sind, wogegen M die pyromagnetische Erregbarkeit anzeigt[1].

Die stark umrahmten Felder geben die Symmetrie der dem System zugehörigen Vollform an.

In der vorstehenden Ableitung wurde gleichzeitig die jeweilige Zuordnung der Klasse zu einem Kristallsystem angegeben. Der Begriff des Kristallsystemes hat schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts im Anschluß an die Hauy'schen Untersuchungen und Deduktionen viele Forscher beschäftigt. Insbesondere sind Chr. S. Weisz

[1] Die betreffenden Angaben stützen sich hauptsächlich auf die Ausführungen von Voigt in seinem „Lehrbuch der Kristallphysik“. Nach Voigt sind pyroelektrisch nur solche Klassen erregbar, welche einzelne polare Richtungen besitzen, damit sind tesserale Kristalle, wie auch Quarz ausgeschlossen.

und Fr. Mohs für eine folgerichtige Gruppierung der damals bekannten Kristallsymmetrien eingetreten. Mohs vor allem hat auf die Notwendigkeit schiefwinkliger Koordinatensysteme aufmerksam gemacht, wogegen sich bei Weisz[1] eine auffallend reinliche Scheidung zwischen hexagonalen („sechsgliedrigen“) und trigonalen („drei- und dreigliedrigen“) Symmetrien findet.

„Der Inbegriff der aus einer Grundgestalt ohne Rücksicht auf ihre Abmessungen abgeleiteten einfachen Gestalten heißt ein Kristallsystem“ [2]. Diese Definition von Mohs wird in Beckenkamp's Buch: „Statische und kinetische Kristalltheorien“ (l. c.) p. 89 folgendermaßen ausgedrückt: „Bezeichnen wir jede Deckachse sowie jede zu einer Spiegelebene senkrechte Gerade als eine ausgezeichnete Richtung, so bilden jedesmal diejenigen Klassen, welche die gleichen ausgezeichneten Richtungen haben, ein Kristallsystem.“ Diese Formulierung fällt fast genau mit Fedorow's Äußerungen über Syngoniearten[3] zusammen. Es muß zugestanden werden, daß in diesen bis auf Mohs zurückgehenden Definitionen viel Bestechendes liegt und daß sie der geometrischen Gruppierung vorzüglich angepaßt scheinen. Folgerichtig sind aber die genannten Forscher und viele andere mit ihnen zu bloß sechs Systemen gekommen, da in den zitierten Definitionen die schon von Weisz unterschiedenen hexagonalen und trigonalen Formen zusammenfallen. Abgesehen von der immerhin befremdenden Erscheinung, daß ein einzelnes System nicht weniger als 12 Unterabteilungen umfassen soll, während andere die Klassenzahl 7 nicht überschreiten, verschwinden durch dieses Zusammenwerfen vor allem die Analogien gegenüber dem tetragonalen System einerseits und dem tesseralen andererseits vollständig. Diese Analogien dürfen aber mit Rücksicht auf die physikalischen Beziehungen nicht verloren gehen. Schon Weisz sagt (l. c.), „daß das sechsgliedrige System dem regulären nicht so nahe stehe als das drei- und dreigliedrige und äußerlich erst durch dieses mit demselben vermittelt zu werden scheine“. Diese durchaus richtige und feinfühlige Bemerkung bestätigt sich immer wieder durch kristallphysikalische Untersuchungen, weshalb es unangebracht ist, in einer modernen Aufstellung der Kristallsysteme diese Sonderung zu unterdrücken. Wenn also auch die vorstehenden Begriffsumgrenzungen in gewisser Hinsicht sehr anschaulich sind, so lassen sie uns doch im Falle der D^3 und D^6 im Stiche. Soweit sich die älteren Definitionen mit der hier gebotenen Systemumgrenzung decken, wurde auch in den vorhergehenden Zeilen davon ausreichend

[1] Chr. S. Weiss, Übersichtliche Darstellung der verschiedenen natürlichen Abteilungen der Kristallisationssysteme. Abh. d. kgl. Akad. d. Wiss. Berlin 1815. p. 289.

[2] Mohs, Grundriß der Mineralogie. 1824. **1**. p. 172.

[3] Fedorow, Zeitschr. f. Krist. **28**. 1897. p. 36 und **31**. 1899. p. 21.

Gebrauch gemacht. Gleichwohl verlangt die ganze vorgelegte Ableitung auch noch eine Umgrenzung des Begriffes: Kristallsystem, welche, ohne auf fremde Vorstellungen Bezug nehmen zu müssen, aus sich selbst, d. h. aus dem Prinzip der Ableitung allein resultiert. Eine solche Begriffsbestimmung würde lauten: „Unter einem Kristallsystem versteht man den Inbegriff aller Symmetrieklassen, welche die gleiche höchstzählige (ein-, wechsel- oder zweipolige) einzelne Deckachse, bezw. die gleiche größtmöglichste Kombination gleichzähliger (ein-, wechsel- oder zweipoliger) Deckachsen enthalten.“

Durch die erste Hälfte der Definition sind festgelegt: Höchstzählige Achse D^1 = triklin, einzelne D^2 = monoklin[1], einzelne höchstzählige Achse eine echte D^3 = trigonal, analog damit, einzelne echte D^4 = tetragonal und echte D^6 = hexagonal. Die zweite Hälfte der Definition bezieht sich auf die geometrisch möglichen Kombinationen gleichzähliger Achsen. Es ist bekannt, daß die D^2 allein nur zu dritt, zueinander normal gestellt, kombiniert werden können; genau so die D^4. Die D^3 können nur zu viert gekuppelt auftreten. Ebenso bekannt ist es, daß alle Kombinationsmöglichkeiten mit $3\,D^4$ immer gleichzeitig $4\,D^3$ enthalten, daß demnach die Gruppierung auf Grund der $4\,D^3$ die weiter umfassende ist und jene mit $3\,D^4$ als Untergruppe in sich schließt. Das führt zum Schlusse, daß für die Aufstellung neuer Systeme nur noch zwei Möglichkeiten in Frage kommen: 1. Kombination dreier ungleicher (ein-, wechsel- oder zweipoliger) D^2 und 2. Kombination von vier (ein-, wechsel- oder zweipoliger) D^3. Erstere Kombination führt zum rhombischen System, letztere zum tesseralen.

Bezüglich der rhombisch pyramidalen Klasse beachte man, daß sich die Symmetrie $\uparrow D^2$, S, S auch darstellen läßt durch $\uparrow D^2$, $\wedge D^2$, $\wedge D^2$ (vergl. Anm. 1). Bezieht man also, wie selbstverständlich, die Wechselpoligkeit in die Definition ein, so ergibt sich, daß alle rhombischen Klassen durch drei ungleiche D^2 charakterisiert sind.

Werden die D^2 gleichwertig ($3\,D^2$), so kombiniert sich automatisch damit die Gruppe $4\,D^3$, d. h. die größtmöglichste Achsenkombination ist nicht $3\,D^2$, sondern $4\,D^3$. Letztere sind aber das charakteristischeste Merkmal des tesseralen Systemes, und bedeuten überhaupt die größte Kombination gleichzähliger und gleichwertiger Achsen, die im Bereiche der Kristallsymmetrie möglich ist.

Auf eine Eigentümlichkeit des trigonalen Systemes, wie es unserer Ableitung entspricht, sei besonders hingewiesen, es enthält nämlich keine Symmetrieklasse, die mit einer horizon-

[1] Man beachte, daß $\wedge D^2 = \Sigma$ ist!

	Stufe 1 Einzelne (bezw. gleichartige) einpolige Deckachsen	Stufe 2 Einzelne (bezw. gleichartige) wechselpolige Deckachsen	Zweipol Stufe 3 Einzelne zweipolig Deckachsen Kombination der Stufe 1 mit C
Triklin	$\uparrow D^1 = \Theta$ pedial [K-Bichromat] Θ E, Z, P, Pz, M	$\Lambda D^1 = C$ pinakoidal [Anorthit] C M	——
Monoklin	$\uparrow D^2$ sphenoidisch- [Zucker] $\uparrow D^2$ E, Z, P, Pz, M	$\Lambda D^2 = \Sigma$ domatisch [Skolezit] S (Z), P, Pz, M	$D^2 + C$ prismatisch [Gips] $D^2, C, (\Sigma)$ M
Rhombisch	——	——	——
Trigonal	$\uparrow D^3$ trig. pyramidal [Na-Perjodat] $\uparrow D^3$ E, Z, P, Pz, M	$\Lambda D^3 = D^3 + C$ trig. rhomboedrisch [Dolomit] D^3, C M	——
Tetragonal	$\uparrow D^4$ tetr. pyramidal [Wulfenit] $\uparrow D^4$ E, Z, P, Pz, M	$\Lambda D^4 = J^4$ tetr. bisphenoidisch [$Ca_2Al_2SiO_7$] J^4 (Z) — Pz M	$D^4 + C$ tetr. bipyramidal [Scheelit] $D^4, C, (\Sigma)$ M
Hexagonal	$\uparrow D^6$ hex. pyramidal [Nephelin] $\uparrow D^6$ E, Z, P, Pz, M	$\Lambda D^6 = D^3 + \Sigma$ hemihexag. bipyramidal [— ? —] D^3, Σ Pz, M	$D^6 + C$ hex. bipyramidal [Apatit] $D^6, C, (\Sigma)$ M
Tesseral	$4 \uparrow D^3 =$ tess. tetartoedrisch [Na-Chlorat] $4 \uparrow D^3, (3 D^2)$ E, Z, Pz,	$4 \Lambda D^3 = 4 D^3 + C$ tess. dyakisdodekaedrisch [Pyrit] $4 D^3, (3 D^2) C, (3 \Sigma)$ ——	——

Deckachsen Stufe 4	Kombination mit Symmetrieebenen, die zu den Achsen der Stufen 1, 2 u. 3 parallel sind		
Zweipoligkeit durch Kombination der Stufe 1 mit D^{2x}	Stufe 5 Kombination der Stufe 1 mit Symm. Eb. (∥ einpoligen D^x)	Stufe 6 Kombination der Stufe 2 mit Symm. Eb. (∥ wechselpoligen D^x)	Stufe 7 Kombination der Stufe 3 mit Symm. Eb. (∥ mit zweipoligen D^x)
—	—	—	—
—	—	—	—
D^2+D^2 bisphenoidisch [Bittersalz] $D^2, D^2, (D^2)$ E, Z, — Pz	$\uparrow D^2+S$ rh. pyramidal [Kieselzinkerz] $\uparrow D^2, S (S)$ (Z) P Pz	—	$D^2+C+\parallel S$ rh. bipyramidal [Schwefel] $D^2, (D^2, D^2) C, S, (S, S)$ —
$D^3+3\uparrow D^2$ trig. trapezoedrisch [α-Quarz] $D^3, 3\uparrow D^2$ E, Z, — Pz	$\uparrow D^3+3S$ ditrig. pyramidal [Turmalin] $\uparrow D^3, 3S$ P Pz	$\Lambda D^3+3S = D^3+C+3S$ ditrig. skalenoedrisch [Kalkspat] $D^3, (3D^2_n) C, 3S_n$ —	—
D^4+2D^2 etrag. trapezoedrisch [Strychninsulfat] $D^4, 2D^2_n (2D^2_z)$ E, Z, Pz	$\uparrow D^4+2S$ ditetrag. pyramidal [Silberfluorid] $\uparrow D^4, 2S_n, (2S_z)$ P Pz	$\Lambda D^4+2S = D^2+2D^2+2S$ tetrag. skalenoedrisch [Kupferkies] $D^2, 2D^2_n, 2S_z$ (Z) Pz	$D^4+C+2\parallel S$ ditetr. bipyramidal [Zirkon] $D^4, (2D^2_n, 2D^2_z) C, (\Sigma,) 2S_n, (2S_z)$ —
D^6+3D^2 hexag. trapezoedrisch [β.-Quarz] $D^6, 3D^2_n (3D^2_z)$ E, Z, — Pz	$\uparrow D^6+3S$ dihexag. pyramidal [Jodsilber] $\uparrow D^6, 3S_n (3S_z)$ P Pz	$\Lambda D^6+3S = D^3+\Sigma+3S$ dihemihexagonal bipyram. [Benitoit?] $D^3, (3\uparrow D^2_n), \Sigma\, 3S_z$ Pz	$D^6+C+3\parallel S$ dihexag. bipyramidal [Beryll] $D^6, (3D^2_n, 3D^2_z) C, (\Sigma) 3S_n (3S_z)$ —
$4D^3+3D^4$ ess. gyroedrisch [Salmiak] $4D^3, 3D^4, (6D^2)$ E, Z, —	$4\uparrow D^3+6S$ tess. hexakistetraedrisch [Zinkblende] $4\uparrow D^3, (3D^2), 6S$ Pz	$4\Lambda D^3+6S = 4D^3+C+6S$ tess. hexakisoktaedrisch [Fluorit] $4D^3, (3D^4, 6D^2) C, (3\Sigma) 6S$ —	—

talen Hauptsymmetrieebene versehen wäre[1]. Damit im Zusammenhang steht die Möglichkeit einer anderen Koordinatenachsenwahl, als dies im hexagonalen System vorgeschrieben ist. In letzterem sind eine Hauptachse und drei in einer zur Hauptachse normalen Ebene gelegene Nebenachsen durch die Symmetrie bedingt. Das trigonale System hat zwar auch eine Wirtelachse, es fehlt ihm aber die hiezu senkrechte Ebene als notwendige Symmetrieerscheinung. Hier schreibt die Symmetrie nur vor, daß drei unter gleichen Winkeln zur Wirtelachse geneigte Richtungen ausgewählt werden, die aber nicht in einer Ebene liegen müssen. Gleichzeitig sei auch daran erinnert, daß schon Hauy diesen Symmetrieklassen ein Rhomboeder als Primitivform zuschrieb, während dem hexagonalen System die zentrierte sechsseitige Säule (dreiseitiges Prisma) zugeordnet wird. Es ist also nur angemessen, daß für das trigonale System die Miller'sche Achsenwahl gegenüber der Bravais'schen bevorzugt werde, da die Miller'sche Anordnung dem Molekularbau und den so weit gehenden Analogien mit dem tesseralen System besser entspricht[2].

Der beste Prüfstein für die Zweckmäßigkeit einer bestimmten Gruppierung der 32 Kristallklassen bleibt immer die Anschmiegsamkeit der gewählten Anordnung an die Forderungen der Kristallphysik.

Die Möglichkeit der Ausbildung enantiomorpher Formen besteht in den Stufen 1 und 4 und umfaßt 11 Klassen, denen Ebenen der einfachen und zusammengesetzten Symmetrie fehlen. Die Zirkularpolarisation ist an die gleichen Symmetriebedingungen geknüpft, nur schließen sich nach Berek[3] noch jene Klassen aus Stufe 2, 5 und 6 an, die durch $\wedge D^2$ und $\wedge D^4$ ausgezeichnet sind, das ist: monoklin domatisch, rhombisch pyramidal ($S = \wedge D^2$!), tetragonal bisphenoidisch und skalenoedrisch. Die $\wedge D^6$ kann hier nicht einbezogen werden, da sie in ihrer Wirkungsweise durch eine unpaarzählige Achse samt Symmetrieebene ($D^3 + \Sigma$) ersetzt wird. Die übrigen, unpaarzähligen $\wedge$ Achsen (D^1 und echte D^3) enthalten ein verstecktes C, sind also für Zirkularpolarisation nicht geeignet.

Pyroelektrizität, die nach Voigt an das Vorhandensein einzelner polarer Richtungen geknüpft erscheint, ist in den Stufen 1 und 5 mit Ausschluß des tesseralen Systemes (mehrere polare Richtungen) möglich. Dazu tritt noch die monoklin domatische

---

[1] Geometrisch begründet sich diese Erscheinung damit, daß man mit einer D^6 immer drei zweipolige D^2 kombinieren kann, mit einer D^3 nur drei einpolige D^2.

[2] Ein Rhomboeder kann immer als ein in der Richtung einer Körperdiagonale deformierter Würfel aufgefaßt werden.

[3] M. Berek, Über Zirkularpolarisation, Fortschr. d. Min. 4. p. 110

Klasse, da eine sozusagen polare Σ ebenfalls eine einzelne einpolige Richtung in sich schließt.

Hinsichtlich der Analogien einzelner, speziell der wirteligen Systeme ist die Verteilung piezoelektrischer Erregbarkeit nach Voigt (l. c.) von größtem Interesse. Nach Voigt's Theorie sind alle Klassen mit C und die mit $4\,D^3 + 3\,D^4$ auszuschließen. Es resultieren also die Klassen der Stufen 1, 4 und 5 und von Stufe 2 jene mit paarzähligen D^x, von Stufe 6 jene mit $\wedge\,D^4$ und $\wedge\,D^6$. Hiebei ist besonders zu betonen, daß bei den Stufen 1, 4 und 5 die tetragonalen und hexagonalen Symmetrieklassen jeweils die gleiche Konstantenzahl piezoelektrischer Natur fordern, diese Klassen also unbedingt parallelisiert werden müssen, was auch in der vorgeschlagenen Ableitung gut zum Ausdruck kommt.

Ähnlich lehrreich ist die Verteilung pyromagnetischer Erregbarkeit nach Voigt. Pyromagnetisch erregbar sind Stufe 1, 2 und 3 mit Ausnahme der tesseralen Kristalle, denn nach Voigt müssen es Symmetrieklassen mit einzelnen, ein-, wechsel- oder zweipoligen Deckachsen sein. Das C hindert nicht, wohl aber die Kombination mehrerer Deckachsenrichtungen.

Damit kommen wir gleich auch zu dem Verhalten der Kristallklassen gegenüber zentrisch symmetrischen Vorgängen (Elastizität, Röntgendurchstrahlung usw.). Unsere Ableitung zeigt auf den ersten Blick eine eigentümliche Unterteilung innerhalb der Mehrzahl der Systeme. Stufe 1 und 2 mit C versehen führt immer zu Stufe 3 (wenn nicht schon in Stufe 2 ein C enthalten ist). Stufe 4, 5 und 6 mit C verknüpft führt gleicherweise zu Stufe 7, soweit nicht schon in früheren Stufen ein C auftritt. Da sich alle zentrisch symmetrischen Vorgänge so verhalten, als enthielten sie ein C, so müssen jeweils Stufe 1—3, bezw. Stufe 4—7 bei physikalischen Problemen zentrischer Symmetrie die gleichen Resultate liefern, d. h. alle Kristalle, welcher Symmetrie immer, zeigen das Verhalten der mit C ausgestatteten Klassen. Deren sind 11. Es ist interessant, daß sich hiebei die wirteligen Systeme und das tesserale in je zwei Gruppen spalten. Die den Stufen 1—3 entsprechenden Gruppen haben nur Einzelachsen oder $4\,D^3$, die Gruppen, welche den Stufen 4—7 zukommen, besitzen Deckachsenkombinationen, bezw. $4\,D^3 + 3\,D^4$ oder $4\,D^3 + 6$ S. Dabei ist es sehr bezeichnend, daß die beiden Systeme: Monoklin und Rhombisch sich auf die beiden Untergruppen der höheren Systeme sehr schön aufteilen. Nur das trikline System steht ohne Anschluß da, weil eine Kombination von D^1 mathematisch mit einer einzelnen D^1 identisch ist.

Schließlich sei noch erwähnt, daß sich nach Wülfing (l. c.) die Stufen 5 und 7 und von Stufe 6 die Klassen mit Σ, und von Stufe 2 die monoklin domatische Klasse kaleidoskopisch darstellen lassen.

Zusammenfassung.

Es wird unter Heranziehung der Inversionsachsen auf einheitlicher Grundlage eine Gruppierung der 32 Symmetrieklassen vorgenommen.

Diese Gruppierung führt zu einer Umgrenzung des Begriffes „Kristallsystem“.

Die Brauchbarkeit und Wahrscheinlichkeit der vorgeschlagenen Anordnung wird durch Bezugnahme auf die kristallphysikalischen Forderungen gestützt.

Wien, Dezember 1915.

Mikroskopische Untersuchung des Speiskobalts und Chloanthits.

Von **A. Beutell** in Breslau.

Mit 20 Textfiguren.

Den ersten ernstlichen Versuch, den mikroskopischen Aufbau des Speiskobalts aufzuklären, hat Baumhauer unternommen (Groth's Zeitschr. 1887. **12**. p. 18—33). Durch Ätzen angeschliffenen Speiskobalts erkannte er, daß derselbe im allgemeinen aus mehreren Komponenten aufgebaut war, doch war es ihm unmöglich, deren chemische Zusammensetzung anzugeben. Die von Vollhardt um dieselbe Zeit angestellten Versuche, die Natur der verschiedenen Arsenide durch chemische Aufspaltung zu ermitteln, führte zu keinen nennenswerten Resultaten (Inaug.-Diss. München 1886).

Nachdem es mir zusammen mit Fr. Lorenz gelungen war (dies. Centralbl. 1915. p. 359—373), durch Luftoxydation einen Speiskobalt von Riechelsdorf in Hessen quantitativ zu zerlegen, erschien es aussichtsvoll, die Ätzversuche von neuem aufzunehmen, zumal da die Verwendbarkeit des Mikroskops für opake Schliffe inzwischen durch die metallographischen Methoden sehr wesentliche Verbesserungen erfahren hatte. Auch hoffte ich, gleichzeitig Aufschlüsse über die Entstehung des Speiskobalts auf Erzgängen zu erlangen.

Für die mikroskopische Untersuchung der geätzten Speiskobaltschliffe war der mineralogische Demonstrationsapparat von M. Berek (dies. Centralbl. 1913. p. 181—189) auf meinen Wunsch von E. Leitz, Wetzlar, mit einem Opakilluminator und einer zweiten Liliputbogenlampe versehen worden. Die ganze Anordnung, die sich bei meinen Untersuchungen als durchaus zweckmäßig bewährt hat, wird durch die beistehende Abb. 1 veranschaulicht. Die kleine, mit 5 Amp. bei 220 Volt brennende Bogenlampe A wirft ihre Strahlen, nachdem sie durch eine Linse parallel gemacht worden sind, zunächst auf den Planspiegel B, von dem sie in eine zweite

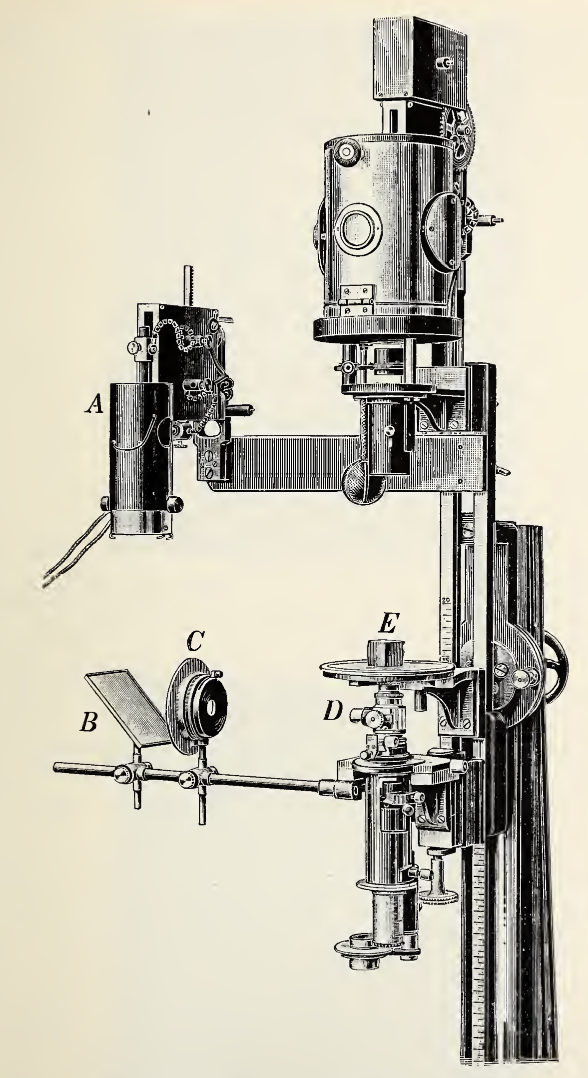


Fig. 1. Projektionsmikroskop nach Berek mit Opakilluminator.

Sammellinse *C* gelangen, um auf den Opakilluminator *D* konzentriert zu werden. Derselbe befindet sich in einem an den Mikroskoptubus angeschraubten Zwischenstück, das eine kleine Beleuchtungslinse und ein totalreflektierendes Prisma enthält. Für schwache Vergrößerungen wird letzteres durch ein unter 45^0 geneigtes Glimmer-

blättchen ersetzt. Der zu beobachtende Schliff liegt bei E auf dem Objekttisch[1].

Die vor dem Ätzen auf Hochglanz polierten Schliffe sind sämtlich in der Kgl. Technischen Hochschule zu Breslau angefertigt worden, wofür ich Herrn Prof. Dr. Oberhoffer zu ganz besonderem Danke verpflichtet bin. Unter den verschiedenen oxydierenden Ätzmitteln hat sich verdünnte Salpetersäure am besten bewährt, die auch schon Baumhauer (a. a. O.) verwandt hatte; ganz ungeeignet ist Königswasser, weil die sich festsetzenden Chlorbläschen Flecke hervorrufen. Um die zweckmäßigste Konzentration zu finden, genügt es, die Schliffe in ein Schälchen mit Wasser zu legen und dann so viel konzentrierte Salpetersäure zuzusetzen, bis eine ziemlich lebhafte, an der Gasentwicklung kenntliche Reaktion eintritt; in wenigen Minuten ist die Operation vollendet. Den passenden Moment für den Abschluß des Ätzens trifft man leicht, wenn man die fortschreitende Anfärbung mit der Lupe verfolgt, zu welchem Zwecke die Schliffe herausgenommen und abgespült werden. Nur bei Parallelversuchen habe ich eine bestimmte Konzentration, nämlich Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,4 mit dem dreifachen Volumen Wasser verdünnt, benützt und die Schliffe 5 Minuten der Einwirkung ausgesetzt. Zum Schluß müssen die Schliffe sorgfältig gewässert werden, um auch die in Poren und Sprünge eingedrungene Säure zu entfernen, und endlich werden sie in absoluten Alkohol gelegt. Es empfiehlt sich, die Schliffe im Alkohol durch vorsichtiges Reiben mit dem Finger von anhaftenden Teilchen zu reinigen und dann rasch im Luftstrome eines Gebläses zu trocknen.

Anfangs sind beim Mikroskopieren im auffallenden Lichte die Vertiefungen, Sprünge und besonders auch die Einschlüsse durchsichtiger und halbdurchsichtiger Begleitmineralien recht störend. Die durchsichtigen erscheinen im Erz als dunkle, fast schwarze Stellen, während die weniger durchsichtigen, weil sie schon beträchtliche Mengen Licht reflektieren, grau bis weiß erscheinen und daher leicht mit dem Erz verwechselt werden können. Da jedoch als Gangart im Speiskobalt fast ausschließlich Kalkspat und Quarz auftritt, so kann man sich vor Irrtum leicht dadurch schützen, daß man die Schliffe zuerst in Salzsäure und dann in Fluorwasserstoffsäure legt; hierdurch werden die Carbonate und Quarz gelöst, ohne daß der Speiskobalt angegriffen wird. Die nach meinen Photographien angefertigten Abb. 2—5 geben ein naturgetreues Bild dieser Erscheinungen. Sie stammen von einer auf der Etikette als „Eisenspeiskobalt" bezeichneten Varietät von der Grube „Al Fin Hallado" bei Tres Punhas unweit Copiapó (Chile). Das Mineral ist völlig dicht, von kaum metallischem Aussehen und

---

[1] Eine ausführlichere Beschreibung des Opakilluminators enthält die Preisliste No. 43 B von E. Leitz, Wetzlar.

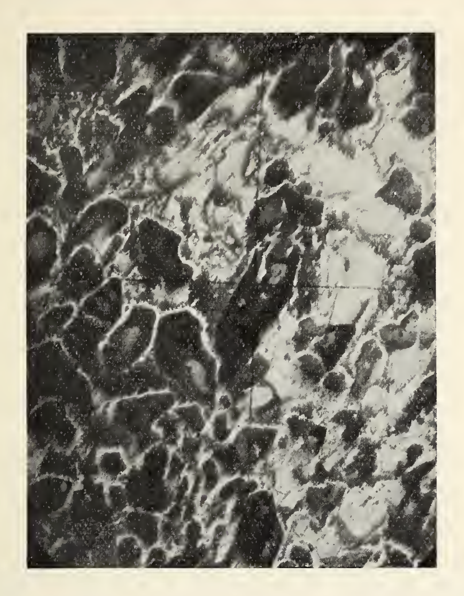


Fig. 2. Derber Speiskobalt von Tres Puntas bei Copiapó, Chile; ungeätzt. Vergr. 1 : 50.

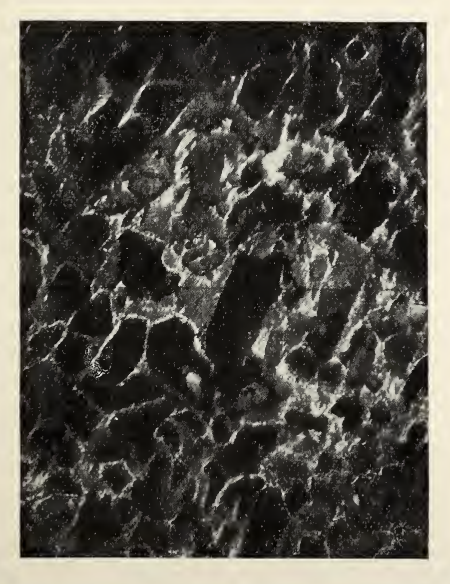


Fig. 3. Derber Speiskobalt von Tres Puntas b. Copiapó, Chile; mit Salpetersäure geätzt. Vergr. 1 : 50.

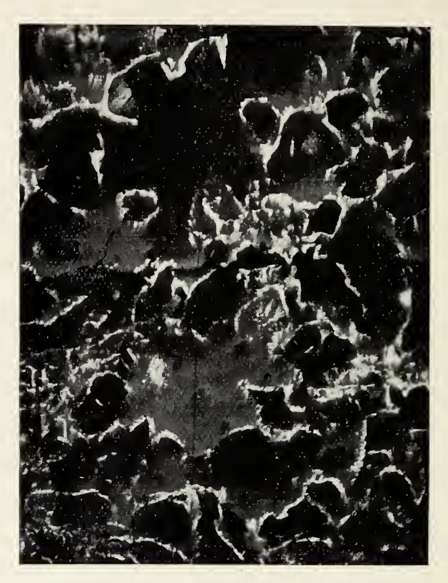


Fig. 4. Derber Speiskobalt von Tres Puntas b. Copiapó, Chile; mit Salzsäure geätzt. Vergr. 1 : 50.

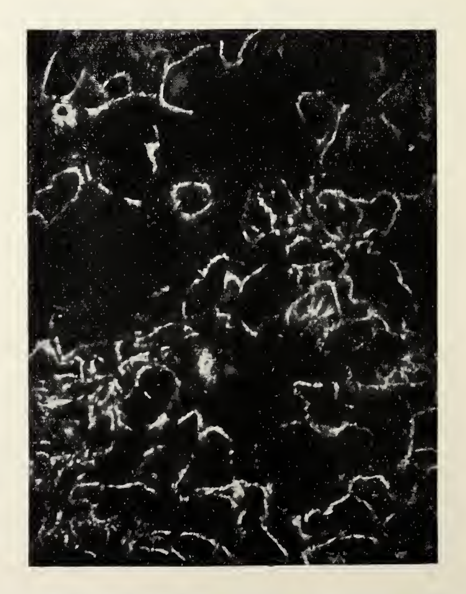


Fig. 5. Derber Speiskobalt von Tres Puntas b. Copiapó, Chile; mit Salzsäure und Flußsäure geätzt. Vergr. 1 : 50.

von dunkel bleigrauer, fast schwärzlicher Farbe. Nach dem Anschleifen und Polieren erscheinen filigranartige, silberweiße Schnüre und außerdem gelblich gefärbte, parallel gestreifte Erzpartien. Die letzteren bräunen sich rasch in verdünnter Salpetersäure und lösen sich dann völlig auf; sie sind ein dem Speiskobalt beigemengtes fremdes Erz. Fig. 2 und 3 rühren von derselben Stelle her, doch zeigt Fig. 2 den ungeätzten, Fig. 3 den kurze Zeit mit Salpetersäure behandelten Schliff. Die auf dem ungeätzten Schliff (Fig. 2) auftretenden, ziemlich ausgedehnten weißen Partien fehlen dem geätzten; sie rühren nicht von Speiskobalt her, wie man zunächst glauben könnte, sondern von Calcit, und verschwinden daher beim Behandeln mit Salpetersäure. An ihre Stelle sind schwarze Partien getreten, die von den entstandenen Vertiefungen herrühren.

Aus Speiskobalt bestehen nur die weißen Ränder.

Legt man einen Schliff von Speiskobalt in verdünnte Salzsäure, so zeigt sich u. d. M. ein ganz ähnliches Bild, wie aus Fig. 4 zu ersehen ist; auch hier sind nur die weißen Umrandungen Speiskobalt, die schwarzen Stellen hingegen Löcher. Daß auch die grauen Partien kein Erz sind, beweist Fig. 5, die von derselben Stelle des Schliffes herrührt, nachdem derselbe noch 14 Stunden in Fluorwasserstoffsäure gelegen hatte. Statt der grauen Stellen, welche nichts anderes als Quarz sind, treten nun ebenfalls Vertiefungen auf, die im mikroskopischen Bilde schwarz erscheinen. Es fällt auf, daß die stehengebliebenen weißen Ränder von Speiskobalt schmäler geworden sind und stellenweise ganz fehlen. Die Ursache ist nicht die Löslichkeit des Speiskobalts in Flußsäure, sondern das Abbröckeln der feinen Erzteilchen, welche nur von Calcit und Quarz in ihrer Lage festgehalten wurden; es ist ohne weiteres ersichtlich, daß die Gangart vorherrscht. Der Speiskobalt von Al Fin Hallado unterscheidet sich von allen übrigen von mir untersuchten durch seine sandsteinartige Struktur und durch das Auftreten eines einzigen Arsenides, während sonst immer mehrere auftreten, die sich leicht durch ihr verschiedenes Verhalten gegen Salpetersäure unterscheiden lassen. Für allgemeine Schlußfolgerungen ist diese Varietät ungeeignet, weil sie einen ganz vereinzelten Ausnahmefall darstellt. (Schluß folgt.)

Über Lobus, Suturallobus und Inzision.

Von **R. Wedekind.**

Mit 6 Textfiguren.

Bei der großen Bedeutung, die ganz allgemein der Lobenlinie beigelegt wird, muß es besonders auffällig erscheinen, daß beim Vergleich der Lobenelemente verschiedener Gattungen niemals homologe, sondern immer nur analoge Lobenelemente miteinander

verglichen werden. Die ausschließliche Betonung der äußeren Lobenlinie läßt das bereits klar erkennen.

Um hier zu grundlegenden Anschauungen zu gelangen, habe ich eine Reihe von Untersuchungen ausgeführt[1], deren Resultate in verschiedenen Abhandlungen, soweit es mir für meine damaligen Zwecke notwendig erschien, veröffentlicht sind. Eine ausführliche Gesamtdarstellung der Ammoneenlobenlinie nebst einer durchgeführten Anwendung auf die Systematik der Goniatiten ist abgeschlossen. Da sich der Druck dieser Abhandlung infolge des Krieges wesentlich verzögert, erschien es mir notwendig, hier einen Überblick über die Resultate zu geben, zumal auf meine Anregung hin eine Reihe von Herren sich speziell mit diesem Gegenstande beschäftigen.

Die primäre Lobenlinie.

Da der ersten (oder embryonalen) Lobenlinie[2] der Ammoneen ein Außenlobus fehlt, d. i. der wichtigste Charakter der Ammonoideenlobenlinie überhaupt, so kann erst die zweite Lobenlinie als die primäre Lobenlinie der Ammonoidea angesehen werden, denn erst von diesem Stadium ab sind sie als echte Ammonoidea zu erkennen. Diese primäre Lobenlinie besteht aus drei Lobenelementen:

1. dem Außenlobus, E, der durch die randlich ventrale Lage des Sipho bedingt ist;
2. dem Innenlobus, J, der an das Auftreten der konkaven Innenzone (wiederum eine Folge der Aufrollung) gebunden ist;
3. dem Laterallobus, L, der an irgendeiner Stelle auf den Flanken auftritt.

Der Außen- und der Innenlobus liegen naturgemäß in der Symmetrieebene des Gehäuses.

Für die Systematik erscheinen drei Grenzlagen des primären Laterallobus von Bedeutung[3]:

1. Der primäre Laterallobus liegt subumbonal, d. h. auf den Seiten, aber unmittelbar neben der Naht.
2. Der primäre Laterallobus liegt umbonal, d. h. so, daß er durch die Naht halbiert wird.
3. Der primäre Laterallobus liegt lateral, also auf der Mitte der Seiten.

Ammonoidea mit diesen drei Lobentypen sind bereits im Paläozoicum vertreten. Die mesozoischen Formen zeigen wohl ausschließlich den lateralen Lobentypus.

[1] Meine erste Arbeit über diesen Gegenstand erschien 1910 in den Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin.

[2] Branca, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der fossilen Cephalopoden. Palaeontogr. 27.

[3] R. Wedekind, Zur Kenntnis der Prolobitiden. N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. I. p. 78.

Die Lobenformel dieser primären Lobenlinie würde nach meinem Vorschlage[1], den inzwischen auch andere Forscher akzeptiert haben, lauten:

E L J.

Die abgeleiteten Lobenelemente.

Zu diesen primären Lobenelementen treten durch Sattel- oder Lobenspaltung weitere hinzu, indem entweder ein bestehender Sattel durch einen Lobus oder ein bestehender Lobus durch einen Sattel gespalten wird.

a) Die Sattelspaltung — Spaltung eines Sattels durch einen Lobus — ist bereits von NOETLING[2] ausführlich untersucht. Es ist zu unterscheiden
   a_1) die einfache Sattelspaltung, die entweder ventro- oder dorsopartit ist,
   a_2) die alternierende Sattelspaltung, die ebenfalls entweder alternierend ventro- oder dorsopartit ist.

b) Die Lobenspaltung (Fig. 1).

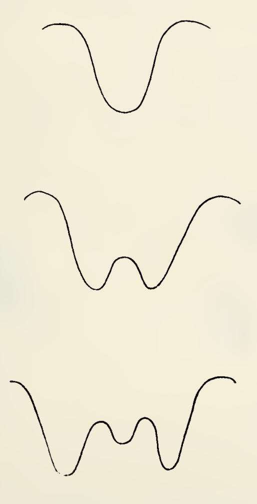


Fig. 1. Schema der Lobenspaltung.

Ein bestehender Lobus wird durch einen Sattel gespalten, das ist ein sehr wesentlicher Unterschied gegenüber der Sattelspaltung. Darauf entsteht in dem Sattel ein Lobus, in diesem

[1] R. WEDEKIND, Goniatitenkalke des unteren Oberdevon von Martenberg bei Adorf. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1913. p. 38 ff.

[2] FR. NOETLING, Untersuchungen über den Bau der Lobenlinie von *Pseudosageceras multilobatum*. Palaeontogr. 51.

wiederum ein Sattel und so fort. Die Lobenspaltung ist immer symmetrisch.

Wird nun der nabelwärts zwischen den Loben L und J gelegene Teil der Septalfläche[1] als Umschlag bezeichnet, so können alle aus dem Innensattel hervorgehenden neuen Loben als Umschlagloben — U — bezeichnet werden. Sie zerfallen in innere, auf der Innenseite, und äußere auf der Außenseite gelegene Umschlagloben. Die äußeren entsprechen ungefähr den sogenannten „Auxiliarloben". Diese Bezeichnung ist als unexakt fallen zu lassen, da sie nur analoge Elemente bezeichnet.

Die einzelnen Umschlagloben bezeichne ich kurz mit U_I, U_{II}, U_{III} usw.

Entgegen der Beobachtung NOETLING's (a. a. O. p. 177) teilt sich der Innensattel in der Regel nach der alternierenden ventropartiten Sattelspaltung. Das ergibt die folgenden Lobenformeln:

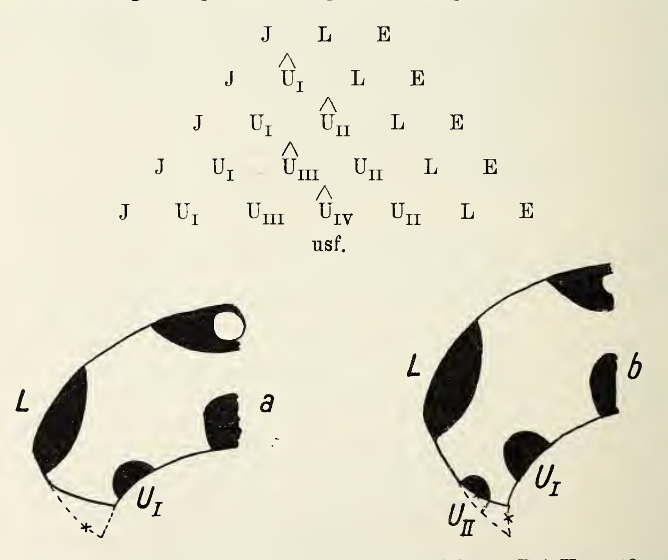


Fig. 2. Schema der Entstehung der Umschlagloben. Bei Vergrößerung des Umschlages, durch punktierte Linie angedeutet, entsteht immer ein neuer Umschlaglobus in der Nähe der Naht, und zwar in der Mitte (*) zwischen den nächstliegenden Loben. Daher wird abwechselnd ein neuer Lobus auf der Außen- und Innenseite angelegt.

Ein klares Bild ergibt auch die Betrachtung der Septalfläche[1] einer trilobaten Lobenlinie mit lateral gelegenem primären Lateral-

[1] Als Septalfläche bezeichne ich die vordere Fläche des Septums. Die Linie, in der sich äußere Schale und Septalfläche resp. deren Verlängerung schneiden, ist die Lobenlinie.

lobus. Der Lobus U_I legt sich neben dem Lobus J auf der Innenseite der Umgänge an, und zwar ein wenig nabelwärts. Eine geringe Vergrößerung (Fig. 2 a) des Septalumschlages verlängert den zwischen L und U_I gelegenen Sattel, aber nicht den zwischen U_I und J gelegenen Sattel (d. i. eine Folge der konstanten Lobenlage!). Nach dem das Gehäuse beherrschenden Festigkeitsprinzip[1] muß nun ein weiterer Lobus (U_{II}) in der Mitte des zwischen U_I und L gelegenen Sattels angelegt werden, um das durch die Verlängerung des Septalumschlages gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen.

Wächst nun weiterhin der Umschlag, so wird jetzt der zwischen U_I und U_{II} gelegene Sattel vergrößert, und da U_{II} näher an der Naht liegt, so wird ein neuer Lobus U_{III} auf der Innenseite angelegt werden müssen, U_{IV} späterhin auf der Außenseite usw. (Fig. 2 b).

Suturallobus.

Eine bemerkenswerte Abweichung von der normalen Umschlaglobenbildung zeigt die Entwicklung der Lobenlinie immer dann, wenn ein Umschlaglobus so zu liegen kommt, daß er durch die Naht halbiert wird (Fig. 3 und 4). Würde z. B. in dem oben angeführten Beispiel (Fig. 2) der Lobus U_{III} dieser Bedingung entsprechen, so wird bei einer Vergrößerung des Umschlages auch der Lobus U_{III} stark vergrößert. Um die durch diese Vergrößerung gestörte Festigkeit auszugleichen, wird der Lobus U_{III} durch einen Sattel gespalten. Weiterhin wird dieser Sattel wiederum durch einen Lobus und dieser durch einen Sattel gespalten werden, so daß es sich um typische Lobenspaltung handelt.

Der Lobus U_{III} mit seinen so entstehenden Komponenten hat häufig ein so auffallendes Gepräge, daß er den meisten Ammonitenforschern nicht entgangen ist, die ihn indessen nur morphologisch betrachtet haben[2]. Er entspricht dem Suspensivlobus vieler Ammoniten. Da aber als Suspensivlobus nur das Herabhängen resp. Zurückspringen der Nahtloben bezeichnet wird, schlage ich vor, diesen Lobentypus als Suturallobus oder kurz mit S zu bezeichnen. Ich bemerke, daß der Suturallobus hängend, also suspensiv ist (Beispiele: *Stephanoceras*, U_{III} bildet den Suturallobus; *Perisphinctes*, U_I bildet den Suturallobus, Fig. 4) oder nichthängend sein kann (Beispiel: Oppelien und manche Parkinsonien, Fig. 3).

---

[1] Vergl. E. Pfaff, Über Form und Bau der Ammonitensepten und ihre Beziehungen zur Suturlinie. Niedersächs. geol. Gesellsch. 1911. p. 280 ff.

[2] Mir ist keine einzige der zahlreichen Ammonitenarbeiten bekannt, die wissenschaftlich auf den „Suspensivlobus" eingeht.

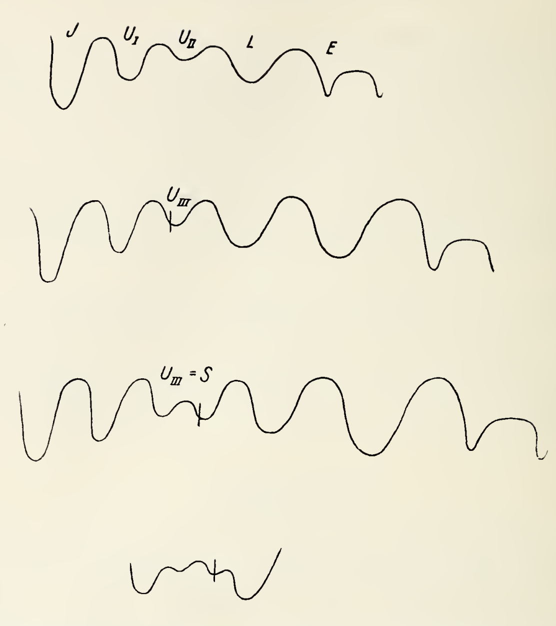


Fig. 3. Entstehung eines wenig hängenden Suturallobus bei Oppelien (Brauner Jura — Lechstedt). U_{III} liegt auf der Naht. Präparate im Museum zu Göttingen.

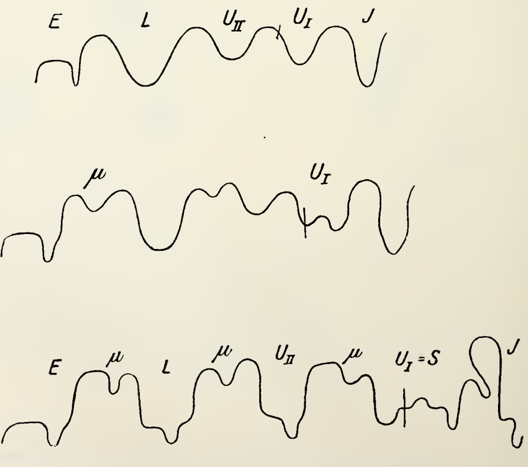


Fig. 4. Entstehung eines suspensiven Suturallobus bei *Perisphinctes* (Brauner Jura — Lechstedt). U_I wird zum Suturallobus. Präparate im Museum zu Göttingen.

Beiläufig sei erwähnt, daß ein echter Suturallobus zum ersten Male bei *Dimeroceras* im unteren Oberdevon hervortritt.

Ich definiere nunmehr den Suturallobus folgendermaßen:

Der Suturallobus ist ein auf oder an der Naht gelegener Umschlaglobus, der durch Lobenspaltung differenziert wird.

Um zu bezeichnen, daß Suturallobenbildung eintritt, ist bei der besonderen Bedeutung derselben eine eigene Bezeichnung anzuwenden. Wenn auf dem Lobenstadium einer Lobenlinie

$$E\ L\ U_{II}\ U_{III}\ U_{I}\ J$$

U_{III} zum Suturallobus wird, wie bei *Stephanoceras*, so ist zu schreiben:

$$E\ L\ U_{II}\ U_{III}\ (= S)\ U_{I}\ J$$

oder abgekürzt

$$E\ L\ U_{III}\ (= S)\ J.$$

Für *Perisphinctes* sp. ist die folgende Formel zu schreiben:

$$E\ L\ U_{II}\ U_{I}\ (= S)\ J.$$

Die Differenzierung des Suturallobus findet, wie erwähnt, durch Lobenspaltung statt. Wo es notwendig sein sollte, die einzelnen Komponenten des Suturallobus besonders zu bezeichnen, kann folgendermaßen verfahren werden:

$$E\ L\ U_{n}\ (= S_{I\,v}\ S_{I\,d})\ J \text{ oder } E\ L\ U_{n}\ (= S_{I})\ J$$
$$E\ L\ U_{n}\ (= S_{I\,v}\ S_{II}\ S_{I\,d})\ J \text{ oder } E\ L\ U_{n}\ (= S_{II})\ J$$
usf.

Wenn die Komponenten von S so klein und zahlreich sind, daß Einzelbeobachtungen nicht mehr zu machen sind, so kann geschrieben werden:

$$U_{n}\ (= S\infty).$$

Adventiv- und Medianloben.

Bei den bisherigen Ausführungen sind nur Fälle betrachtet, bei denen der Außenlobus und Außensattel ungeteilt blieben. Wo der Außensattel sich differenziert, spaltet er nach der einfachen ventropartiten Lobenspaltung. Alle diese aus dem Außensattel hervorgegangenen Loben nenne ich, dem allgemeinen Brauche folgend, Adventivloben und bezeichne sie mit A_{I}, A_{II}, A_{III} usw. Diese Loben sind auf der Septalfläche immer paarig angeordnet.

Endlich entsteht im Außenlobus ein Mediansattel durch Lobenspaltung, indem im Außenlobus ein meist in sich durch einen Medianlobus geteilter Mediansattel herausgebildet wird, der in den

Lobenformeln mit M bezeichnet werden kann. Bei einer weitergehenden Spaltung ist M_I, M_{II} . . . . M_n zu schreiben.

Durch die Kombination von primären Lobenelementen mit Umschlag-, Adventiv-, Sutural- und Medianloben wird die Homologisierung der Lobenelemente äußerst kompliziert und erfordert ein besonderes Studium.

Inzision.

Wenn eine bestimmte Anzahl von Loben in gesetzmäßiger Weise, also nach einem der Lobengesetze, herausgebildet ist, wird die Lobenlinie weiterhin durch Einkerbungen, Inzisionen, die große oder kleine Blätter abgrenzen, kompliziert[1]. Der wesentliche Charakter der Inzisionen beruht darin, daß sie als Einkerbungen in Loben und Sätteln auftreten, und zwar so, daß die der Symmetrieebene zunächst gelegenen Lobenelemente (E und J) zuerst allein durch Inzisionen zerschlitzt werden und erst darauf und regelmäßig nacheinander die nabelwärts folgenden Lobenelemente. Der Unterschied zwischen Lobus und Inzision besteht demnach darin, daß die Loben primäre Rückbiegung der Lobenlinie darstellen, die nach einem bestimmten Lobengesetze unabhängig von ihrer Lage zum Nabel entstehen, daß dagegen die Inzisionen sekundäre Ausbiegungen in den Loben und Sättel sind, die diese regelmäßig von der Symmetrieebene aus zerschlitzen.

1. Monopolare Zerschlitzung (Fig. 5).

Genetisch beginnt die Inzisionenbildung in den Loben, während die Sättel von ihr unberührt bleiben.

Die primär runden Loben werden zunächst einspitzig oder zweispitzig (dikranid). Aus dem einspitzigen Lobus geht der dreispitzige oder triaenide Lobus hervor, indem jederseits der mittleren Spitze eine weitere Ausbuchtung entsteht. Als prionid werden die Loben bezeichnet, die aus mehr als drei Inzisionen bestehen.

Im weiteren Verlaufe des Prozesses — fassen wir der Einfachheit halber nur den triaeniden Lobus ins Auge — entstehen oberhalb der ersten Inzisionen noch weitere, die gleichsam vom Lobus aus zum Sattel emporklettern, so daß schließlich vom Sattel ein kleines (Fig. 5 a_2) oder großes endständiges Blatt (Fig. 5 b) übrigbleibt. Da nur ein Pol vorhanden ist, von dem die Zer-

[1] Sind die von den Kerben eingeschlossenen Blätter groß, so ist die Lobenlinie makrophyll, sind die Blätter klein, so ist sie mikrophyll zerschlitzt.

schlitzung ausgeht, kann diese Art der Zerschlitzung als „monopolar“ bezeichnet werden.

Zu diesen Hauptinzisionen, die den Loben eine typische Gestalt verleihen, treten noch weitere feinere als Nebeninzisionen

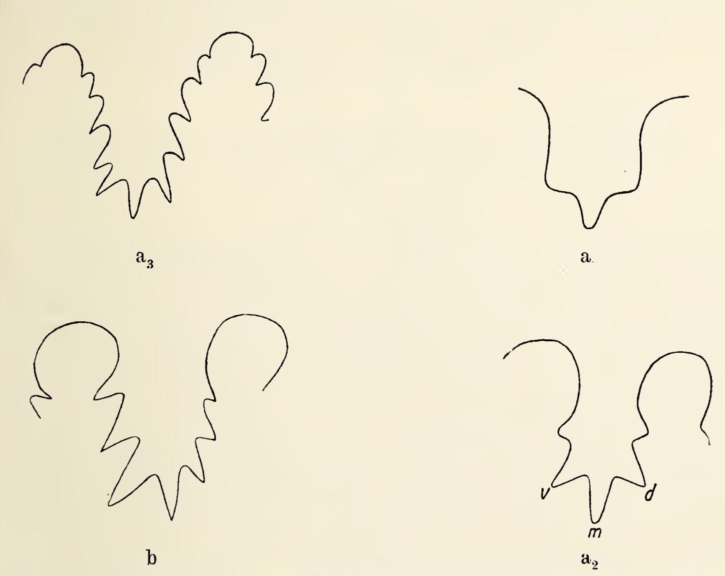


Fig. 5. Schematische Darstellung des Laterallobus einer monopolar zerschlitzten Lobenlinie. Es sind nur Hauptinzisionen vorhanden.

hinzu. Wenn, was hin und wieder bei den Garnierien vorkommt, die Nebeninzisionen eines triaeniden Lobus den Hauptinzisionen an Stärke gleich werden, so wird er pseudoprionid.

2. Bipolare Zerschlitzung (Fig. 4 und 6).

Etwa an der Grenze von Trias und Jura tritt eine auffallende Umgestaltung dieser einfachen Verhältnisse hervor. Der Lobus erhält auch hier wiederum zunächst eine typische Gestalt, indem er entweder triaenid oder dikranid wird. Darauf entsteht, bevor weitere Inzisionen hinzutreten, eine Kerbe μ in der Mitte des Sattels. Nachdem so an zwei Stellen, an der tiefsten Stelle des Lobus und am Scheitel des Sattels — also an zwei Polen — Hauptkerben entstanden sind, treten zu diesen Inzisionen sowohl vom Scheitel des Sattels wie vom Lobus aus, also von zwei Polen her, neue Inzisionen hinzu. Es wurde dann auch, namentlich bei Ammoniten des unteren Lias, beobachtet, daß am Sattelpol statt der einen μ-Inzision gleich ein paar Inzisionen, α, β, auftreten.

Herr Dietz hat weiterhin im Geologischen Institut zu Göttingen an diese meine Beobachtungen angeknüpft und die bipolare Zerschlitzung eingehend untersucht. Er wird über seine Resultate selbst berichten.

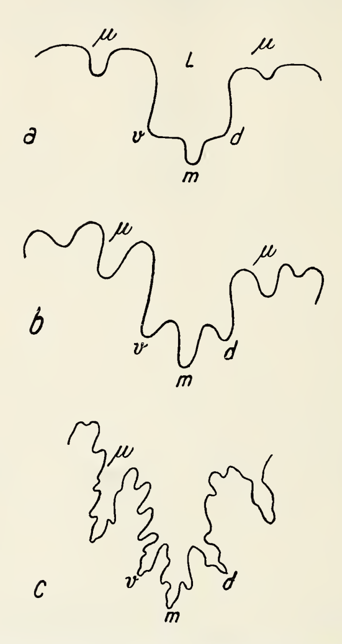


Fig. 6. Schematische Darstellung des Laterallobus einer bipolar zerschlitzten Lobenlinie. Zu den Hauptinzisionen treten Nebeninzisionen hinzu. Gezeichnet nach Präparaten von *Stephanoceras* (Gerzen).

Auf Grund meiner Untersuchungen bin ich zu der folgenden groben Einteilung der Ammonoideen gelangt:

I. **Palaeoammonoidea**: Loben nicht zerschlitzt.
  1. U. O. Tornoceracea: Anwachsstreifen bikonvex.
  2. U. O. Cheiloceracea: Anwachsstreifen konvex.
  3. U. O. Prolobitacea: Anwachsstreifen linear bis protrakt.

II. **Mesoammonoidea**: Loben monopolar zerschlitzt.

Soweit sich bisher übersehen läßt, lassen sich hier verschiedene Unterordnungen unterscheiden, so z. B.: Tropitacea[1] (Lobenlinie triaenid-mikrophyll zerschlitzt), Ceratitacea (Lobenlinie prionid-mikrophyll zerschlitzt), Mesophylloceracea (Lobenlinie triaenid-makrophyll zerschlitzt) u. a.

[1] Diese Unterordnung schließt unmittelbar an die Prolobitacea an.

III. Neoammonoidea: Loben bipolar zerschlitzt.
1. U. O. Neophylloceracea[1]: Lobenlinie triaenid-makrophyll zerschlitzt. Anwachsstreifen linear.
2. U. O. Psiloceracea: Lobenlinie triaenid-mikrophyll zerschlitzt, Anwachsstreifen linear.
3. U. O. Harpoceracea: Lobenlinie triaenid-mikrophyll zerschlitzt, Anwachsstreifen sichelförmig.

Über bipolare Lobenzerschlitzung einiger Liasammoniten.

Von **A. Dietz**, Göttingen.

Mit 6 Textfiguren.

Auf Anregung des Herrn Prof. Wedekind[2] habe ich an einer Reihe von Ammoniten aus Lias α—γ die Ontogenie der Lobenlinie verfolgt, um aus ihr Anhaltspunkte für die Systematik und Stammesgeschichte dieser Formen zu gewinnen. Da durch meine Einberufung zum Heeresdienst diese Untersuchungen unterbrochen sind und daher der Abschluß der Untersuchungen noch nicht abzusehen ist, gebe ich in den folgenden Zeilen eine vorläufige Übersicht meiner bisherigen Resultate. Als Entschuldigung für die Mängel in der Abfassung dieser Mitteilung möchte ich anführen, daß ein mitten im Moore gelegenes Kriegsgefangenenlager nicht die geeignetste Örtlichkeit zur wissenschaftlichen Arbeit ist.

Die sich hier bietende Gelegenheit möchte ich nicht vorübergehen lassen, ohne Herrn Prof. Wedekind dafür zu danken, daß er die Ausführung meiner Arbeiten durch weitgehendste Einräumung der Hilfsmittel des Göttinger Geolog.-paläontolog. Instituts, vor allem aber durch seinen Rat in jeder Weise förderte. Ebenfalls möchte ich an dieser Stelle Herrn Pfarrer Dr. Engel zu Eislingen meinen Dank aussprechen für die mannigfaltigen Förderungen und Freundlichkeiten, die ich von ihm während meines Aufenthaltes im Schwäbischen Juragebiet erfahren durfte.

Noetling[3] hat in seiner Arbeit zur Theorie der Lobenlinie nachgewiesen, daß zu ihrer richtigen Deutung und systematischen Verwertung die Kenntnis ihrer Entwicklung unentbehrlich ist. Während Noetling sich darauf beschränkt, Herkunft und Ent-

[1] Die Neophylloceracea gehen unmittelbar aus den Mesophylloceracea hervor. Nach der Art der Lobenzerschlitzung (monopolar, bipolar) werden also große Gruppen unterschieden, die etwa den Atremata, Neotremata usw. der Brachiopoden entsprechen. Wo dann weiterhin eine Verknüpfung der verschiedenen Unterordnung schon möglich ist, habe ich das besonders zum Ausdruck gebracht. Obwohl die Tropitacea unmittelbar aus den Prolobitacea hervorgehen, sind sie doch zu verschiedenen Gruppen gestellt. Es ist also ganz ähnlich verfahren wie bei den Rhynchonellacea und Pentameracea.

[2] R. Wedekind, Über Lobus, Suturallobus und Inzision.

[3] Palaeontographica. 51.

stehungsfolge der einzelnen Loben und Sättel zu ermitteln, ihrer weiteren Differenzierung aber keine größere Bedeutung zuspricht, habe ich bei meinen Untersuchungen gerade dem letzteren meine Aufmerksamkeit zugewandt. Die Zerschlitzung nimmt bei den Juraammoniten gleichzeitig auf dem Scheitel der Sättel und im Grunde der Loben ihren Ursprung, während die Flanken am längsten ihre einfache Gestalt bewahren — ist also bipolar. Da es beim Vergleich der einzelnen Bestandteile von Lobenlinien verschiedener Arten unerläßlich ist, ihren Ursprungsort in Betracht zu ziehen, so bezeichne ich den Scheitel der Sättel und den Grund der Loben in bezug auf die Zerschlitzung der Lobenlinie als Pol S und Pol L. Während die von Pol L ausgehende Differenzierung bei den hier in Betracht kommenden Ammoniten nur zwei Typen aufweist, nämlich den triaeniden und dikraniden, die aber nicht immer exakt zu unterscheiden sind, bietet die in Pol S ihren Ursprung nehmende Gliederung manches für einzelne Gruppen von Arten charakteristische dar. Im großen und ganzen ist der Verlauf der Differenzierung bei allen Sätteln einer Lobenlinie der gleiche, nur der Internsattel bietet infolge seiner seitlichen Kompression ein etwas verzerrtes Bild dar. Da die Zerschlitzung der Lobenlinie sich zuerst an ihrem ventralen Teil bemerkbar macht, und hier die einzelnen Züge der Entwicklung sowohl ontogenetisch wie phylogenetisch zuerst auftreten, so habe ich mein Hauptaugenmerk dem Externsattel zugewandt.

Die ältesten Formen des Lias α, die Psiloceraten, schließen sich den Phylloceraten an und zeigen dieselbe Zerteilung der Sättel in ganzrandige, blattartige Lappen, die durch tiefe triaenide Inzisuren getrennt werden. Doch ist *Psiloceras*, wie schon Neumayr[1] angibt, in bezug auf *Phylloceras* als eine regressive Form zu betrachten, denn die oben genannte Übereinstimmung mit *Phylloceras* weist *Psiloceras* hauptsächlich im Jugendzustande auf. Die Differenzierung des Externsattels beginnt bei *Psiloceras planorbis* mit der Anlage zweier Inzisuren symmetrisch zur Medianlinie (Fig. 1 a), von denen ich die ventral gelegene mit α, die dorsal gelegene mit β bezeichne. Hierzu treten noch einige Inzisuren, die von Pol L ihren Ursprung nehmen. Dasselbe Bild wie Fig. 1 a zeigt der Externsattel im Zustande der beginnenden Zerschlitzung bei den Gattungen *Schlotheimia*, *Arietites* und *Aegoceras*, doch gewinnen hier α und β an Bedeutung und geben der vollständig entwickelten Lobenlinie ihre charakteristische Gestalt, während die von Pol L ausgehenden Inzisuren nur wenig entwickelt werden. Besonders typisch ist dies bei *Aegoceras* zu beobachten, wo sich an jedem der drei primären Blätter des Externsattels der Teilungsmodus sekundär wiederholt, wie Fig. 2 zeigt.

[1] M. Neumayr, Zur Kenntnis der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1879.

Ein durchaus anderes Bild bietet die Ontogenie der Lobenlinie bei den Deroceraten des Lias γ. Bei diesen Formen beginnt die Differenzierung des Externsattels mit einer median angelegten

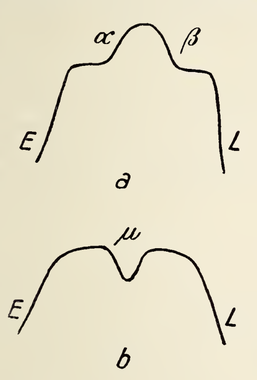


Fig. 1. Schema der Zerschlitzung des Außensattels bei *Psiloceras planorbis* Sow. (a) und *Deroceras* sp.

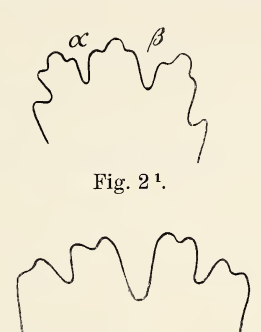


Fig. 2 [1].

Fig. 2 und 3. Schema der Zerschlitzung des Außensattels bei dem Genus *Aegoceras* (Fig. 2) und *Deroceras* (Fig. 3).

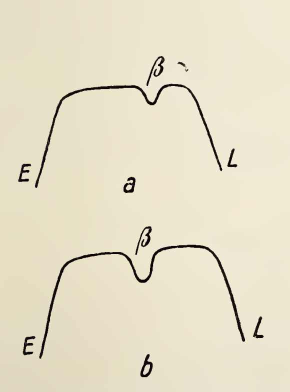


Fig. 4. Schema der Verschiebung der medianen Inzisur.

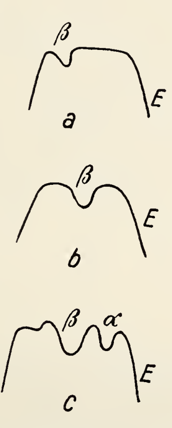


Fig. 5. Entstehung der Inzisuren bei *Deroceras Maugenesti* d'Orb.

Inzisur (Fig. 1 b), die sich stark vertieft und den Sattel der Alterslobenlinie in zwei gleiche Äste spaltet. In typischer Weise wurde dies an *Deroceras Maugenesti* beobachtet, bei dem die beiden Äste

[1] Nach Beobachtung gezeichnet.

des Externsattels sich fortgesetzt in derselben Weise gliedern, wie Fig. 3 veranschaulichen möge. Dadurch entstehen die folgenden, zunächst schwer zu überbrückenden Gegensätze, daß einmal der Sattel durch eine einzige mittlere Inzisur (μ), das andere Mal durch paarige gleichzeitig erscheinende Inzisuren (α, β) geteilt wird (vergl. Fig. 1).

In anderen Fällen wurde nun beobachtet, daß die erste Anlage der medianen Inzisur asymmetrisch, und zwar in dorsaler Richtung verschoben auftritt, im Laufe der weiteren Entwicklung aber in die Medianlinie rückt (Fig. 4). Hierzu sei noch bemerkt,

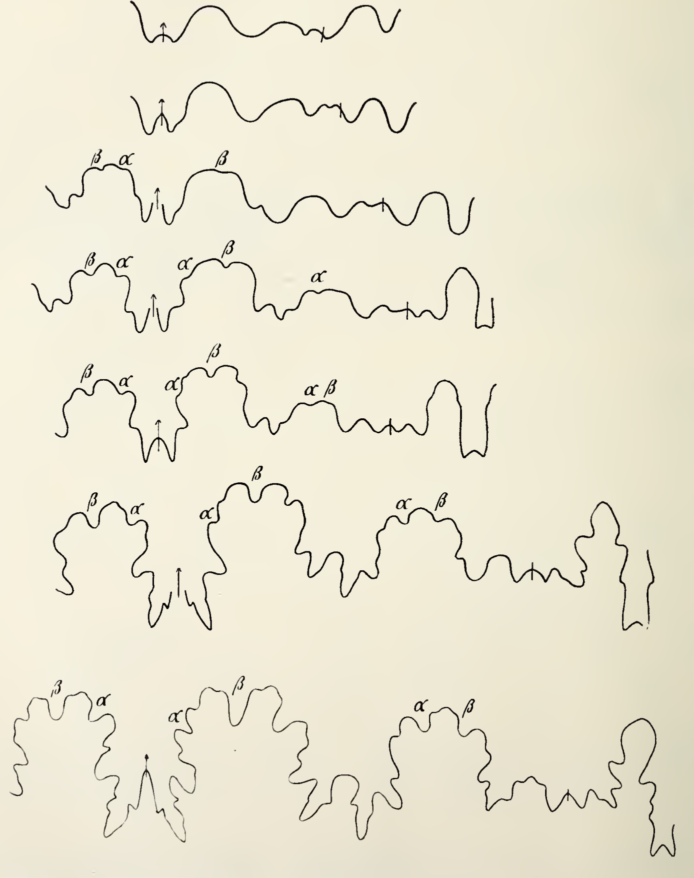


Fig. 6[1]. Entwicklung der Lobenlinie bei *Deroceras Ziphus* Hehl.

[1] Die unterste Lobenlinie ist etwas stärker als die oberen vergrößert.

daß sich in diesem Falle die Inzisur des nabelwärts zunächst folgenden Sattels ventral verschoben anlegt. Die beiden genannten Sättel entwickeln sich also symmetrisch zu einer durch die Mitte des primären Laterallobus gelegten Linie. Einen weiteren überraschenden Einblick in die Beziehungen der beiden Gruppen mit primär paarig oder mit unpaar median angelegter Inzisur bietet die Ontogenie der Lobenlinie bei den Ammoniten aus Lias β und einigen Arietiten des Lias α. Hier zeigt die β-Inzisur die Tendenz, in der Entwicklung der α-Inzisur vorauszueilen und sich stärker auszuprägen. Dies bedingt eine Verschiebung der Mittellinie des Externsattels aus dem Scheitel des Mittellappens nach β. Verzögert sich das Auftreten der α-Inzisur so stark, daß sie gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig mit der Sekundärinzisur des Dorsallappens angelegt wird, so haben wir denselben Entwicklungsgang wie bei *Deroceras Maugenesti* (s. Fig. 5).

Diese Umwandlung der β-Inzisur ist besonders deutlich an *Deroceras* (*Praederoceras*) *Ziphus* aus dem obersten Lias β zu beobachten, wie die empirischen Abbildungen in Fig. 6 zeigen mögen. Namentlich die linke Hälfte der Lobenlinie, die leider an dem untersuchten Exemplar nicht vollständig erhalten war, zeigt sehr klar die Umwandlung der β-Inzisur zur Medianinzisur. Doch ist diese Entwicklung in Übereinstimmung mit dem früheren Auftreten dieser Form noch nicht so weit fortgeschritten wie bei *Deroceras Maugenesti*, denn die sekundäre Zerschlitzung der einzelnen Abschnitte des Externsattels und die primäre Zerschlitzung des Lateralsattels folgt noch dem α-, β-Typus.

Auf eine eingehendere Behandlung der systematischen und phylogenetischen Verhältnisse der oben genannten Formen möchte ich mich nicht eher einlassen, als ich mich auf eine ausreichende Zahl von Untersuchungen stützen kann.

Besprechungen.

C. Doelter. Die Farben der Mineralien, insbesondere der Edelsteine. (Sammlung Vieweg: Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 27. Braunschweig bei Friedr. Vieweg und Sohn. 1915. 96 p. mit 2 Abbildungen im Text.)

In der letzten Zeit ist die Farbe der Mineralien vielfach Gegenstand eingehender Untersuchung gewesen, sei es, daß man die Ursache der Färbung zu ermitteln versucht oder daß man die Veränderung der Farben durch äußere Einflüsse, namentlich durch Einwirkung verschiedener Strahlen, insbesondere der Radiumstrahlen, festgestellt hat. Für die Edelsteine haben ja diese Fragen

wohl eine besondere praktische Bedeutung. Gerade Verf. ist auf diesem Gebiet vielfach als Forscher tätig gewesen, er erscheint daher für ein solches Werk wie das vorliegende besonders berufen. Es handelt sich hier nicht um Bekanntgabe neuer Forschungsergebnisse, sondern um eine übersichtliche Zusammenstellung der Resultate früherer Untersuchungen des Verf's. und anderer Mineralogen. Der Inhalt des Buches ergibt sich aus folgender Übersicht: Nach einer allgemeinen Einleitung folgt das 1. Hauptstück (eigenfarbige und fremdfarbige Mineralien; Untersuchung der Farbtöne; Pleochroismus; idiochromatische Mineralien; allochromatische Mineralien; die durch isomorphe Beimischung erzeugten Färbungen; die diluten Färbemittel; historischer Überblick). 2. Hauptstück (die Methoden zur Nachweisung der Pigmente). 3. Hauptstück (Lumineszenzerscheinungen). 4. Hauptstück (die Veränderung der Farben der Mineralien; Verhalten der Mineralien bei Temperaturerhöhung; Farbenveränderung durch Strahlung; Kathodenstrahlen; Einwirkung von Röntgenstrahlen; Wirkung von Anodenstrahlen; Einwirkung von Radiumstrahlen, pleochroitische Höfe; Einfluß ultravioletter Strahlen bei durch Temperaturerhöhung veränderten Mineralien; Einteilung der Mineralien nach dem Verhalten gegen Strahlungen und Temperaturerhöhung). 5. Hauptstück (die Färbemittel künstlicher Edelsteine). 6. Hauptstück (die Färbemittel der einzelnen Mineralien: Diamant, Beryll, Phenakit, Spodumen, Topas, Cyanit [Disthen], Turmalin, Ultramarin, Anhydrit und Gips, Baryt und Cölestin, Wulfenit, Apatit, Spinell, Flußspat, Steinsalz, Quarz, Korund, Zirkon [Hyazinth, grüner Zirkon], Silikatgläser). 7. Hauptstück (die Entstehung der Mineralpigmente in der Natur; primäre Färbungen; sekundäre Färbungen; Veränderung durch Temperaturerhöhung in der Natur). Die wichtigste Literatur ist überall recht vollständig angegeben. Die Ausstattung des Buches ist sehr gut. Ein alphabetisches Register würde die Bequemlichkeit der Benützung wesentlich erhöht haben. **Max Bauer.**

Miscellanea.

Preisaufgabe der Fürstl. Jablonowski'schen Gesellschaft. Die Gesellschaft wünscht die Bearbeitung der folgenden Aufgabe: Übersicht und experimentelle Erweiterung der Erfahrungen über die Rolle leicht flüchtiger Bestandteile von Schmelzflüssen. Preis 1500 Mark. Einlieferung bis zum 31. Oktober 1918 an den Sekretär der Gesellschaft, Universität Leipzig. Die Arbeit muß mit einem Kennwort versehen und von einem versiegelten Umschlag begleitet sein, der auf der Außenseite das Kennwort trägt und inwendig den Namen und den Wohnort des Verfassers angibt. Auf dem Titelblatt ist eine Adresse zu verzeichnen, an welche die Arbeit zurückzusenden ist, im Falle sie nicht preiswürdig befunden wird. Die gekrönte Bewerbungsschrift wird Eigentum der Gesellschaft.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zwei Fälle gesetzmäßiger Verwachsung verschiedenartiger Minerale.

Von **Georg Kalb**, Greifswald.

1. Gesetzmäßige Verwachsung von Quarz mit Flußspat.

Über die Verwachsung von Quarz mit Flußspat hat sich nach O. Mügge[1] nur A. Breithaupt[2] eingehender in folgender Weise geäußert: „Auf Flußspat sitzen Quarze zwar häufig unregelmäßig auf, aber auch regelmäßig so, daß ihre rhomboedrischen Flächen vollkommen parallel mit den hexaedrischen jener Substanz sind."

An einem großen, violetten Flußspatwürfel von Northumberland fiel es mir auf, daß die kleinen, bis 2 mm großen, aufsitzenden[3] Bergkristalle von der Kombination $\{10\bar{1}1\}$ $\{01\bar{1}1\}$ $\{10\bar{1}0\}$ nicht nur mit Rhomboederflächen, sondern auch oft mit gestreiften rechteckigen Flächen, also Prismenflächen, gleichzeitig mit der Flußspatwürfelfläche, auf der sie aufgewachsen sind, aufleuchten. Da zudem ein Bergkristall scheinbar mit einer Basisfläche aufsaß, glaubte ich der Frage, ob hier Zufall oder Gesetz vorliegt, durch genauere Methode und Vermehrung der Erfahrungstatsachen nachgehen zu müssen.

Herrn Prof. Milch bin ich für die liebenswürdige Überlassung von gutem Material von Devonshire zu großem Danke verpflichtet. Zur Bestimmung der Lage der Quarzkristalle auf der Flußspatwürfelfläche wurden, nachdem eine Würfelfläche am Goldschmidt-

---

[1] O. Mügge, Die regelmäßigen Verwachsungen von Mineralen verschiedener Art. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XVI. 1903. p. 351.

[2] A. Breithaupt, Handbuch. III. p. 673. 1847.

[3] Über die Art der Verbindung der Quarzkristalle mit Flußspat habe ich folgendes beobachtet: Bricht man einige Bergkristalle, die gewöhnlich in die Würfelfläche des Flußspates etwas eingesenkt sind, heraus, so sieht man am Flußspat ebene, glänzende Abbruchflächen, die sämtlich Teile einer Würfelfläche bilden, über die hinaus der Flußspat an den von Quarz freien Stellen noch wenig weitergewachsen ist. Einige Flächen des Flußspates sind so weit gewachsen, daß die Bergkristalle vollständig von Flußspat umschlossen sind. Daß diese eingewachsenen Quarze gleichzeitig mit den auf anderen Würfelflächen aufsitzenden Kristallen auf derselben Würfeloberfläche entstanden sind, erkennt man an dem Zusammenfallen ihrer Ansatzflächen mit einer bestimmten, durch zonare Färbung zum Ausdruck kommenden Wachstumszone des Flußspates.

schen zweikreisigen Goniometer in Polstellung gebracht war, die Winkel der einzelnen Quarzflächen mit der Würfelfläche gemessen. Für jeden besonderen Fall gebe ich ein gutes Beispiel der Messungen.

1. Quarz mit r $(10\bar{1}1)$[1] aufgewachsen.

Gemessen		Berechnet	
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	0°35′	$(10\bar{1}1):(10\bar{1}1)$ . . .	0°
$(1\bar{1}01):(001)$ . . .	46 50	$(1\bar{1}01):(10\bar{1}1)$ . . .	46 16′
$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	46 10	$(01\bar{1}1):(10\bar{1}1)$ . . .	46 16
$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	36 20[2]	$(10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ . . .	38 13
$(1\bar{1}00):(001)$ . . .	67 50	$(1\bar{1}00):(10\bar{1}1)$ . .	66 52
$(01\bar{1}0):(001)$ . . .	66 50	$(01\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ . . .	66 52

2. Quarz mit m $(10\bar{1}0)$ aufgewachsen.

Gemessen		Berechnet	
$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	0°	$(10\bar{1}0):(10\bar{1}0)$ . . .	0°
$(1\bar{1}00):(001)$ . . .	61	$(1\bar{1}00):(10\bar{1}0)$ . . .	60
$(01\bar{1}0):(001)$ . . .	59 15′	$(01\bar{1}0):(10\bar{1}0)$ . . .	60
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	38 25	$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ . .	38 13′
$(10\bar{1}\bar{1}):(001)$ . . .	38 30	$(10\bar{1}\bar{1}):(10\bar{1}0)$ . . .	38 13

3. Quarz mit a $(11\bar{2}0)$ aufgewachsen.

Gemessen		Berechnet	
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	45° 5′	$(10\bar{1}1):(11\bar{2}0)$ . . .	47° 6′
$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	46 30	$(01\bar{1}1):(11\bar{2}0)$ . . .	47 6
$(10\bar{1}\bar{1}):(001)$ . . .	47 44	$(10\bar{1}\bar{1}):(11\bar{2}0)$ . . .	47 6
$(01\bar{1}\bar{1}):(001)$ . . .	48 45	$(01\bar{1}\bar{1}):(11\bar{2}0)$ . . .	47 6
$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	29 3	$(10\bar{1}0):(11\bar{2}0)$ . . .	30
$(01\bar{1}0):(001)$ . . .	31 9	$(01\bar{1}0):(11\bar{2}0)$ . . .	30

4. Quarz mit c (0001) aufgewachsen.

Gemessen		Berechnet	
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	51° 10′	$(10\bar{1}1):(0001)$ . . .	51° 47′
$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	51 50	$(01\bar{1}1):(0001)$ . . .	51 47
$(\bar{1}101):(001)$ . . .	52 10	$(\bar{1}101):(0001)$ . . .	51 47
$(\bar{1}011):(001)$ . . .	52 15	$(\bar{1}011):(0001)$ . . .	51 47
$(0\bar{1}11):(001)$ . . .	52 15	$(0\bar{1}11):(0001)$ . . .	51 47
$(1\bar{1}01):(001)$ . . .	51 10	$(1\bar{1}01):(0001)$ . . .	51 47

[1] Ob der Quarzkristall mit r oder z aufgewachsen ist, habe ich nicht festgestellt. Ich nehme nur r an, um den übrigen Kristallflächen eine kurze Bezeichnung geben zu können.

[2] Wie sich aus der gnomonischen Projektion ergibt, ist hier wahrscheinlich nicht das Prisma, sondern ein sehr steiles Rhomboeder wie in vielen anderen Fällen gemessen worden.

5. Quarz mit d $(10\bar{1}2)$ aufgewachsen.

Gemessen		Berechnet	
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	19° 55′	$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2)$ . . .	19° 22′
$(1\bar{1}01):(001)$ . . .	42 45	$(1\bar{1}01):(10\bar{1}2)$ . . .	42 53
$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	42 50	$(01\bar{1}1):(10\bar{1}2)$ . . .	42 53
$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	58	$(10\bar{1}0):(10\bar{1}2)$ . . .	57 35

6. Quarz mit s $(11\bar{2}1)$ aufgewachsen.

Gemessen		Berechnet	
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	28° 3′	$(10\bar{1}1):(11\bar{2}1)$ . . .	28° 54′
$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	29 30	$(01\bar{1}1):(11\bar{2}1)$ . . .	28 54
$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	37 5	$(10\bar{1}0):(11\bar{2}1)$ . . .	37 58
$(01\bar{1}0):(001)$ . . .	37 48	$(01\bar{1}0):(11\bar{2}1)$ . . .	37 58

Diese Fälle, für die je ein Beispiel gegeben ist, wiederholten sich unter annähernd 200 gemessenen Kristallen so häufig, daß ich hierin eine Gesetzmäßigkeit sehen möchte. Die angegebenen Fälle scheinen in verschiedener Häufigkeit vorzukommen. (Da ich zu Beginn der Messungen Fälle, in denen die Kristalle mit Rhomboeder- oder Prismafläche aufzuliegen schienen, nicht gemessen habe, ist es noch nicht möglich, eine Erfahrungsreihe aufzustellen.)

Bei den angeführten Fällen hat es sich manchmal gezeigt, daß eine wichtige Zone des Quarzes mit einer Würfel- oder Oktaederzone des Flußspates zusammenfällt; ob hier Gesetzmäßigkeit vorliegt, kann erst durch weitere Erfahrung entschieden werden.

Außer den Fällen, in denen die Quarzkristalle mit einer der angegebenen Flächen aufgewachsen sind, gibt es eine größere Zahl von scheinbar gesetzlosen Fällen, bei denen aber doch zweierlei auffällig ist: Stets liegt die Auflagefläche nahe einer bei den oben erwähnten gesetzmäßigen Fällen vorkommenden Flächen, und vor allem gehört sie meist genau einer wichtigen Zone des Quarzes an. Beispiele werden diese Erscheinung am besten veranschaulichen.

1. Quarz mit s $(11\bar{2}1)$ aufgewachsen.

Gemessen		Berechnet	
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	28° 35′	$(10\bar{1}1):(11\bar{2}1)$ . . .	28° 54′
$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	29 11	$(01\bar{1}1):(11\bar{2}1)$ . . .	28 54
$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	36 25[1]	$(10\bar{1}0):(11\bar{2}1)$ . . .	37 58
$(01\bar{1}0):(001)$ . . .	39 13	$(01\bar{1}0):(11\bar{2}1)$ . . .	37 58

2. Quarz mit einer Fläche nahe s $(11\bar{2}1)$ aufgewachsen.

a)		b)	
$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	27° 15′	$(10\bar{1}1):(001)$ . . .	28° 29′
$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	27 0	$(01\bar{1}1):(001)$ . . .	30 39
$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	42 15	$(10\bar{1}0):(001)$ . . .	32 3[1]
$(01\bar{1}0):(001)$ . . .	41 55	$(01\bar{1}0):(001)$ . . .	35 58

[1] Vergl. Anm. 2 auf p. 202.

Im ersten Beispiel liegt der Quarz ziemlich genau mit einer s-Fläche auf; im zweiten Beispiel gehört die Auflagefläche der Zone $(11\bar{2}1):(11\bar{2}0)$ des Quarzes an; das dritte Beispiel zeigt einen Fall, in dem die Auflagefläche in die Zone $(01\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ fällt.

Ich möchte die gesetzmäßige Aufwachsung von Quarz auf Flußspatwürfelflächen kurz in folgender Weise ausdrücken:

1. Quarz wächst häufig mit einer vorhandenen oder möglichen wichtigen Kristallfläche auf Flußspatwürfelflächen auf (r, m, a, c, d, s).

2. In den meisten anderen Fällen liegt die Aufwachsfläche des Quarzes den erwähnten Kristallflächen stets nahe und zwar gewöhnlich so, daß die Auflagefläche in eine wichtige Zone des Quarzes fällt.

2. Gesetzmäßige Verwachsung von Quarz mit Muscovit.

Über in Glimmer eingeschlossene Kristallplatten von Quarz schreibt K. Hintze[1] in seinem Handbuch der Mineralogie: „Bei einzelnen in Glimmertafeln, Muscoviten und Biotiten eingeschlossenen platten Kristallen von Quarz (Granat, Turmalin u. a.) ist meist schwer zu entscheiden, ob eine regelmäßige Verwachsung oder nur Einschluß in zufälliger Lage vorliegt.“ Folgende Beobachtungen scheinen mir für eine gesetzmäßige Verwachsung von Quarz mit Glimmer zu sprechen.

Vor längerer Zeit beobachtete ich in einem Muscovitspaltstück von Rockport in Massachusetts, in dem Turmalin und Granat eingewachsen waren, noch ein ungefähr $\frac{1}{2}$ mm dickes Quarzplättchen von mehreren Zentimetern im Durchmesser, das parallel der Glimmerbasis eingelagert war. Ein losgesprengtes Stückchen der Quarzplatte zeigte im konvergenten Licht den fast senkrechten Austritt der optischen Achse; eine Messung am Achsenwinkelapparat, bei der das Plättchen in eine Mischung von Nelkenöl und Zimtöl mit dem Lichtbrechungsquotienten gleich dem des ordentlichen Strahles des Quarzes eingetaucht war, ergab eine Abweichung der optischen Achse um $4^0 30'$ von der Plättchennormalen. An dem Plättchen konnte man weiter Spaltrisse nach drei Richtungen sehen, die annähernd gleiche Winkel von 60^0 miteinander bildeten; sie entsprechen daher wohl der Spaltbarkeit nach einem Rhomboeder. Da die optische Ebene des Glimmers genau senkrecht zu einem dieser Spaltungsrisse des Quarzes liegt, so kann man schließen, daß eine zweizählige Symmetrieachse des Quarzes parallel der Kante (001):(010) des Glimmers läuft. Im Umriß gleicht die Quarztafel einem annähernd gleichwinkligen Dreieck mit einer

[1] K. Hintze, Handbuch der Mineralogie. II. Bd. 1. Teil. p. 535. Leipzig 1897.

gerade abgestumpften Ecke; man sieht, daß die geradlinige Begrenzung stets Spaltlinien des Glimmers nach (110) und (010) parallel verläuft. Die Unter- und Oberseite des Quarzplättchens sind vollständig eben und gut spiegelnd.

Kürzlich fand ich außerdem mehrere 0,1 bis über 1 mm dicke Quarztafeln in einer großen Muscovitplatte der alten Greifswalder mineralogischen Sammlung, leider ohne Fundpunktsangabe.

Fünf dieser Quarzplättchen zeigten im konvergenten Lichte ein nach zwei aufeinander senkrechten Ebenen symmetrisches Interferenzbild, wie es für parallel der Hauptachse geschnittene Kristallplatten einachsiger Kristalle charakteristisch ist; es liegt also eine Fläche aus der Prismenzone des Quarzes der Glimmerbasis parallel.

In anderen Plättchen konnte man im konvergenten Licht den schiefen Austritt der optischen Achse beobachten, und zwar mit scheinbar gleicher Schiefe wie an einer nach der Rhomboederfläche $(10\bar{1}1)$ geschliffenen Quarzplatte. An zwei solcher Plättchen wurde deshalb am Achsenwinkelapparat der Winkel, den die optische Achse mit der Normalen der Plättchen bildet, gemessen; da die Plättchen bei der Messung in eine Mischung von Nelkenöl und Zimtöl mit dem Lichtbrechungsquotienten 1,544 eingetaucht waren, so konnte man gleich den richtigen Wert am Apparat ablesen. Der Winkel zwischen der optischen Achse und der Plättchennormalen betrug $51^0 39'$ (am anderen Plättchen $52^0 45'$). Da der Winkel zwischen der optischen Achse und der Normalen einer Rhomboederfläche $(10\bar{1}1)$ gleich $51^0 47'$ ist, so hat die Fläche, mit der die Quarzplättchen der Glimmerspaltfläche parallel liegen, die Neigung einer Rhomboederfläche zur Hauptachse des Quarzes.

Die beiden zuletzt genannten Arten von Quarzplättchen löschen meist gleichzeitig mit der Glimmerplatte aus, in die sie eingewachsen sind. Aus der Lage der optischen Ebene des Glimmers zur Richtung der Hauptachse des Quarzes ergibt sich, daß die Hauptachse des Quarzes häufig der Symmetrieebene (010) oder dem Orthopinakoid (100) des Glimmers parallel liegt.

Die Umrisse einiger Quarzplättchen, die mit einer Prismen- oder Rhomboederfläche der Glimmerspaltfläche parallel liegen, bilden gleichwinklige Dreiecke, oft mit einer oder mehreren gerade abgestumpften Ecken, zu deren Seiten man häufig natürliche Drucklinien des Glimmers senkrecht verlaufen sieht. Danach scheint es, daß die Quarzplättchen gewöhnlich durch den Glimmer in ihrer Umgrenzung bestimmt werden.

Ich möchte die gesetzmäßige Verwachsung von Quarz mit Muscovit kurz in folgender Weise zusammenfassen:

Quarz wächst häufig auf der Glimmerbasis mit einer Kristallfläche auf; nach vorliegenden Beobachtungen kommen wohl Rhomboeder- und Prismaflächen, vielleicht auch Basis des Quarzes als Anwachsflächen in Betracht. Die weitere Anordnung des Quarzes

in der Glimmerspaltfläche ist ebenfalls meist gesetzmäßig; unter der wahrscheinlichen Voraussetzung, daß die Quarze mit $(10\bar{1}1)$ oder $(10\bar{1}0)$ oder (0001) aufgewachsen sind, kann man die weitere Gesetzmäßigkeit so ausdrücken: Eine zweizählige Achse des Quarzes läuft der Kante (001):(010) oder der Symmetrieachse des Glimmers[1] parallel.

Mikroskopische Untersuchung des Speiskobalts und Chloanthits.

Von **A. Beutell** in Breslau.

Mit 20 Textfiguren.

(Schluß.)

Für das Studium des mikroskopischen Aufbaues im allgemeinen habe ich teils angeschliffene Kristalle, teils derbe Speiskobalte benutzt, wenn dieselben sich als rein genug erwiesen. Am häufigsten tritt feinschichtiger Aufbau auf, und zwar entspricht die Schichtung genau der kristallographischen Begrenzung[2]. Bei aufmerksamer Betrachtung mit der Lupe wird dieser zierliche Aufbau meist schon vor dem Ätzen an den polierten Schliffen sichtbar, doch wird er beim Behandeln mit verdünnter Salpetersäure außerordentlich verstärkt. Diese Verstärkung beruht nur zum Teil auf der Anfärbung gewisser Komponenten, denn sie zeigt sich auch in den homogenen, silberweißen Partien, die ihre ursprüngliche Färbung selbst im Ätzmittel völlig bewahren. Wahrscheinlich besitzen die aufeinanderfolgenden Schichten wechselnde Dichte, je nachdem sie sich durch schnellere oder langsamere Ablagerung gebildet haben, und nehmen deshalb einen verschiedenen Grad von Politur an. Fig. 6 zeigt einen Querschnitt durch eine Kristallkruste von Riechelsdorf in Hessen bei $4\frac{1}{2}$facher Vergrößerung.

Es sind deutlich zwei verschiedene Substanzen zu unterscheiden, von denen die bei weitem vorherrschende zinnweiße Farbe besitzt. Da sich die zweite ungleichmäßig, und zwar grau bis schwarz anfärbt, kann sie keine bestimmte Zusammensetzung besitzen. Diese Vermutung bestätigt sich, sobald man solche Schliffe bei stärkerer Vergrößerung (50fach) betrachtet. Es zeigt

---

[1] Vielleicht allgemein: einem Schlag- oder Druckstrahl des Glimmers parallel; dafür spricht, daß ein Quarzplättchen 30° gegen Glimmer auslöscht. Da in diesem Fall die optische Ebene des Glimmers mit der Richtung der Quarzhauptachse einen Winkel von 30° bildet, liegt eine zweizählige Symmetrieachse des Quarzes einem Nebendruckstrahl des Glimmers parallel.

[2] Abweichungen zeigen nur die hocharsenierten Speiskobalte (Tesseralkiese), welche zwei oder mehr Lamellensysteme erkennen lassen, die im allgemeinen schräg zur ursprünglichen Schichtung orientiert sind.



Fig. 6. Kristallisierter Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen; mit Salpetersäure geätzt. Vergr. 1 : $4\frac{1}{2}$.



Fig. 7. Derber Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen. Vergr. 1 : 50.

sich, daß die dunkle Farbe durch mehr oder weniger zahlreiche Einlagerungen eines schwarzen Arsenides in der zinnweißen Grundmasse hervorgerufen wird. Die Übergänge, welche bei schwachen Vergrößerungen vorhanden zu sein scheinen, erklären sich durch diese Einlagerungen; sie sind im allgemeinen in dünnen Fasern angeordnet und verlaufen senkrecht zur Schichtung. Fig. 7, welche von einer derben Varietät von Riechelsdorf herrührt, gibt ein anschauliches Bild derselben und führt uns denselben zierlich schichtigen Aufbau auch in einer derben Varietät vor Augen.



Fig. 8. Derber Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen. Vergr. 1 : 5.

Die Figur 8 stellt ein Übersichtsbild desselben Schliffes bei schwacher Vergrößerung (5fach) dar. An der Hand der Photographie allein würde das recht komplizierte Bild kaum zu entwirren sein, doch erleichtert der Verlauf des Anätzens sowie die feinen Farbenunterschiede des mikroskopischen Bildes die Lösung der Aufgabe. Die schwarz gefärbten Partien sind, wie die Abbildung deutlich erkennen läßt, dreierlei Art. Die geradlinig begrenzten, sich häufig rechtwinklig schneidenden schwarzen Leisten sind identisch mit den dunklen Schichten der vorigen Schliffe, während die unregelmäßig, bisweilen fischartig geformten Stellen, welche von einer weißen, dünnen Rinde eingehüllt sind, von Rotnickelkies herrühren; sie sind durch ihre rötliche Farbe im ungeätzten Schliff nicht zu übersehen und nehmen in Salpetersäure

zuerst eine bräunliche bis kupferrote Farbe an, die schließlich in Schwarz übergeht. Von diesen beiden Arseniden unterscheiden sich die am unteren Teile des Schliffes sichtbaren schwarzen Flecke, welche sich durch ihre verwaschene, ausgezackte Begrenzung als Vertiefungen verraten, die durch Abbröckeln beim Schleifen entstanden sind. Die geraden und zum Teil sehr schmalen weißen Leisten, welche reliefartig aus dem schwarz angeätzten Untergrunde hervortreten, bleiben während des Ätzens ganz unverändert; sie bestehen aus demselben Arsenid wie die hellen Schichten in Fig. 7.



Fig. 9. Derber Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen. Vergr. 1 : 50.

Zu diesen drei Komponenten tritt noch eine vierte, gekröseartig aufgebaute hinzu, welche die Hohlräume zwischen den anderen ausfüllt. Sie zeigt im Schliff eine schwach bräunliche Farbe mit einem Stich ins Rote; im photographischen Bilde hebt sie sich durch einen etwas dunkleren Ton von den rein weißen Partien ab. Dieser Speiskobalt enthält mithin neben drei verschiedenen Kobaltarseniden noch reichliche Einschlüsse von Rotnickelkies. Noch deutlicher tritt die gekröseartige Struktur an einer anderen Stelle desselben Schliffs hervor, welche Fig. 9 wiedergibt.

Das Übersichtsbild in Fig. 10 stammt von einem derben Stück Speiskobalt aus den Erzgängen Andreasbergs. Nach dem Polieren war der ganze Schliff zinnweiß, und erst durch das Behandeln mit verdünnter Salpetersäure trat der kristalline Aufbau zutage.

Es sind deutlich drei verschiedene Komponenten zu erkennen: Eine zinnweiße, die zum Teil in dünnen, geraden Leisten, teils aber auch in dickeren Schichten auftritt, und welche faserige, senkrecht zur Schichtung verlaufende dunkle Einlagerungen enthalten. Reichlicher als diese Fasern nehmen dunkle, fast schwarz gefärbte Partien an dem Aufbau teil. Hierzu tritt noch, wenn auch untergeordnet, das gekröseartig aufgebaute Arsenid, welches in dem unteren Knie deutlich zu beobachten ist. Bemerkenswert sind hier die zahlreichen Sprünge, die in der Abbildung als schwarze, meist quer zur Schichtung verlaufende Adern erscheinen.

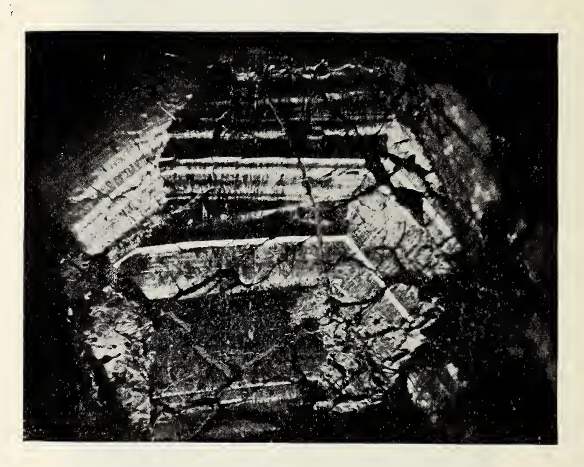


Fig. 10. Derber Speiskobalt von Andreasberg, Harz. Vergr. 1 : $4\frac{1}{2}$.

Die folgende Fig. 11 stellt einen Schnitt durch einen etwa 2 cm großen Kristall der Kombination (100) (111) dar, welcher ungefähr parallel zu einer Würfelfläche geführt ist. Dieser Schliff ist deshalb interessant, weil er ein typisches Bild von der räumlichen Verteilung der beiden Hauptarsenide gibt. Die natürliche, zinnweiße Farbe der Speiskobaltkristalle wird bedingt durch das einzige Arsenid, welches auch in verdünnter Salpetersäure seine Farbe unverändert bewahrt. Es bildet stets die äußere Rinde der Kristalle und ist als der Träger der Kristallform anzusehen. Der innere Kern hingegen besteht ausnahmslos aus dem schwarz anlaufenden Arsenid; dasselbe zeigt keine definierte Kristallform. Von diesem Kern gehen die radial verlaufenden Sprünge aus, welche den Speiskobaltkristallen eigentümlich sind.

Einen angeätzten Schliff von Chloanthit aus Freiberg in Sachsen führt Fig. 12 vor Augen. Der weißen Komponente fehlt hier die scharfe kristallographische Ausbildung, wie sie in den



Fig. 11. Schnitt durch einen Speiskobaltkristall von Riechelsdorf, Hessen // (001). Vergr. 1 : $3\frac{1}{2}$.

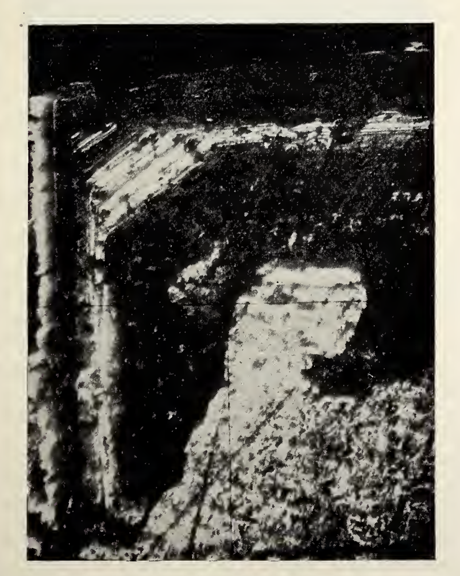


Fig. 12. Chloanthit von Freiberg, Sachsen. Vergr. 1 : 50.

übrigen Schliffen zutage trat. Ich glaubte zunächst, daß dies eine Eigentümlichkeit des Chloanthits darstelle, doch fand ich unter meinem reichen Beobachtungsmaterial auch verschiedene Schliffe von Speiskobalt, welche genau denselben Aufbau besaßen. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um Varietäten, bei denen die Umkristallisation noch nicht genügend fortgeschritten ist. Einen merklichen Unterschied zwischen Speiskobalt und Chloanthit hat die mikroskopische Untersuchung nicht geliefert. Daß am oberen Rande des Schliffes die äußere Begrenzung durch das geschwärzte

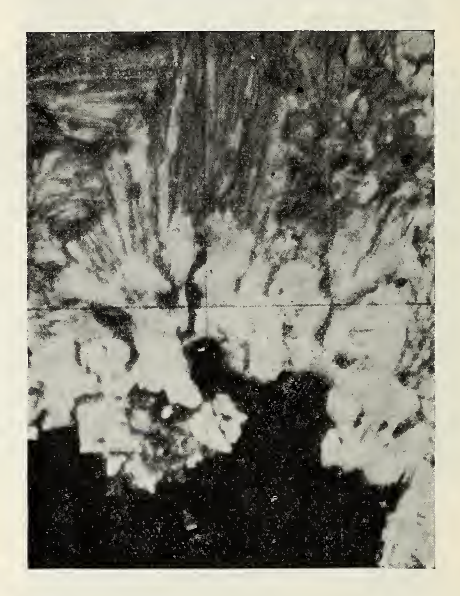


Fig. 13. Derber Speiskobalt von Cobalt-Ontario. Vergr. 1 : 50.

Arsenid gebildet wird, ist zufällig, weil die weiße Schicht beim Schleifen abgebrochen ist.

Fig. 13 stammt von einem derben Speiskobalt von Cobalt-Ontario. Der untere schwarze Teil ist ein Hohlraum, dessen Wände mit z. T. würfelförmigen Kriställchen von Speiskobalt ausgekleidet sind. Das obere, strahlige Arsenid färbt sich genau so an (blaßbräunlich mit einem Stich ins Rote) wie das in anderen Schliffen auftretende gekröseartige und ist mit diesem identisch.

Diejenigen Schliffe, welche von dem Riechelsdorfer Speiskobalt herrühren, das durch Luftoxydation quantitativ in seine Komponenten zerlegt wurde (A. Beutell und Fr. Lorenz, Zerlegung des Speiskobalts und Löllingits durch Luftoxydation. Dies. Centralblatt 1915. p. 359—373), habe ich bis zuletzt aufgespart, weil

sie einer außergewöhnlich arsenreichen Varietät angehören und daher in ihrem mikroskopischen Aufbau Eigentümlichkeiten zeigen, welche den meisten Speiskobalten fehlen. Dieser Speiskobalt besaß nach der ausgeführten Analyse die empirische Formel $As_{2,85}Co$ und gehörte somit zu den hocharsenierten Speiskobalten (Tesseralkiesen). Es könnte daher auf den ersten Blick ungeeignet erscheinen, allgemeine Schlüsse zu ziehen, doch haben Parallelversuche mit arsenärmeren Speiskobalten, bei genau gleicher Ätzdauer und derselben Konzentration der Salpetersäure, diesen Zweifel völlig be-



Fig. 14. Derber Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen. Vergr. 1 : 50.

seitigt. Aus der Tabelle 4 (a. a. O. p. 368) geht hervor, daß diesem Speiskobalt von Riechelsdorf die folgende Zusammensetzung zukommt:

As_3Co	63 %
As_5Co_2	30 „
As_2Co	7 „
Summe . . .	100 %.

Der Umstand, daß sich die drei Arsenide in sehr verschiedenen Mengen vermischt finden, ist für ihre mikroskopische Identifizierung außerordentlich günstig. Denn wenn sich auch die Mengenverhältnisse nicht in jedem einzelnen Schliff richtig widerspiegeln, so wird doch bei der Durchsicht einer Reihe von Schliffen jeder Zweifel

darüber ausgeschlossen, welches der drei Arsenide das vorherrschende und welches das untergeordnetste ist. Fig. 14 zeigt eine Stelle eines geätzten Schliffs dieser Varietät, welche die beiden Hauptkomponenten ungefähr in dem durchschnittlichen Mengenverhältnis enthält. Der hell gefärbte Teil rührt von dem Triarsenid As_3Co, der fast schwarze von dem Pentarsenid As_5Co_2 her. Das Biarsenid As_2Co tritt, was genetisch sehr interessant ist, nur als sekundäre Füllung feiner Sprünge auf und fehlt an dieser Stelle ganz.

Das dunkel gefärbte Pentarsenid läßt noch die ursprüngliche Schichtung hervortreten, welche den arsenärmeren Speiskobalten eigen ist. Das Triarsenid erleidet in der Salpetersäure nur eine geringe Umfärbung von zinnweiß in hell bleigrau und unterscheidet sich hierdurch von allen übrigen Arseniden. Außerordentlich charakteristisch für dasselbe ist die lamellare Struktur, welche an die des Meteoreisens erinnert, doch treten nur zwei Lamellensysteme auf. Die Abgrenzung der einzelnen Lamellen gegeneinander geschieht durch feine Teilchen des dunkel gefärbten Pentarsenids, welche im mikroskopischen Bilde als dunkle Linien erscheinen. Der Anblick des Schliffes zeigt, daß die ganze Masse des hellen Triarsenids gleichmäßig orientiert ist, denn die Lamellierung setzt sich über die ganze Fläche fort. Selbst durch die schwarzen Schichten hindurch läßt sich das eine der beiden Liniensysteme verfolgen. Der sichere Beweis dafür, daß die dunklen Linien nichts anderes sind als Anhäufungen von Pentarsenidteilchen, wird dadurch erbracht, daß dort, wo größere Mengen des Pentarsenids vorhanden sind (z. B. an den schwarzen Schichten), die Linien verbreitert sind. Daß sich die Lamellen des Triarsenids durch das Pentarsenid As_5Co_2 hindurch fortsetzen, beweist, daß letzteres nicht rein ist, sondern daß auch die dunkelsten Stellen noch beträchtliche Mengen des gut kristallisierenden Triarsenids enthalten.

Ein nach den bisherigen Beobachtungen überraschendes Bild bot ein angeschliffener Splitter eines kleinen, derben Stückchens der Breslauer Sammlung dar, das mit einer Originaletikette von Scheerer versehen und als Tesseralkies von Skutterud bei Modum bezeichnet war. Ein zweiter Splitter war von Fr. Lorenz analysiert worden, um festzustellen, ob er der Formel As_3Co entspreche. Die Analyse ergab das folgende Resultat:

Arsen	72,05 %
Schwefel	2,30 „
Kobalt	18,90 „
Eisen	3,83 „
unlösl. Rückstand . . .	3,41 „
Summe . . .	100,49 %.

Nach der Umrechnung von Schwefel sowie Eisen in Arsen und Kobalt wurde das Atomverhältnis

$$Co : As = 1 : 2{,}65$$

erhalten.

Obwohl zugegeben werden muß, daß die Analyse wegen sehr geringer Substanzmenge keinen Anspruch auf allzu große Genauigkeit machen kann, so beweist sie doch zur Genüge, daß auch dieser „Tesseralkies“ weit von der Formel As_3Co abweicht; er enthält mithin wie alle bisherigen Speiskobalte beträchtliche

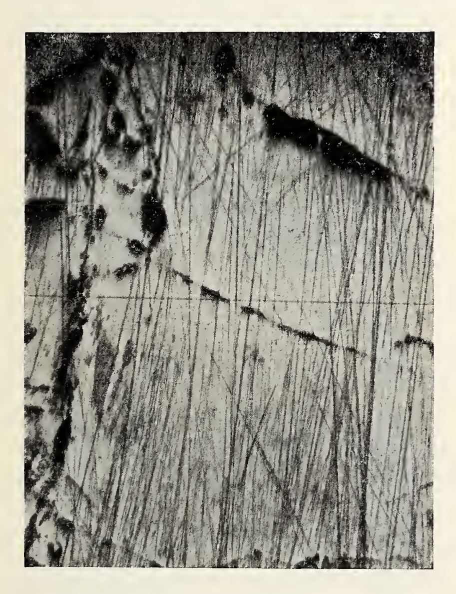


Fig. 15. Derber Tesseralkies von Skutterud b. Modum. Vergr. 1 : 50.

Mengen von As_5Co_2. Das mikroskopische Bild ist in Fig. 15 dargestellt. Der ganze Schliff besteht aus einer hell bleigrauen Grundmasse, in die feine, scharfe Lamellen eingebettet sind, deren Durchschnitte als schwarze, gerade Linien erscheinen; die schwarzen unregelmäßigen Flecke sind Vertiefungen. Das Bild erinnert lebhaft an die Neumann'schen Linien des Meteoreisens, doch sind mehr als 6 Lamellensysteme vorhanden. Abweichend von allen bisher beobachteten Schliffen ist außer der Feinheit die große Anzahl verschiedener Lamellensysteme. Es ist schwer, in dem Gewirr von Linien die Anzahl und gegenseitige Lage der Systeme zu erkennen; ich habe daher ihre Lage in der beistehenden Fig. 16 getrennt dargestellt. Es sind im ganzen 8 Lamellensysteme zu unter-

scheiden, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß noch mehr auftreten können. Die aus der oberen linken Ecke (Fig. 15) nach rechts unten verlaufenden Linien habe ich nicht eingezeichnet, da sie mit den übrigen nicht gleichwertig zu sein scheinen. Vielleicht liegen hier Überreste der ursprünglichen Schichtung vor; vielleicht ist die Umordnung der $As_5 Co_2$-Teilchen noch nicht beendet, denn nach den bisherigen Beobachtungen muß angenommen werden, daß auch dieser „Tesseralkies“ früher denselben mikroskopischen Bau wie die übrigen Speiskobalte gehabt hat.

Die Photographie in Fig. 17, die von derselben Varietät wie Fig. 14 stammt, läßt die Brecciennatur des vorliegenden Speis-

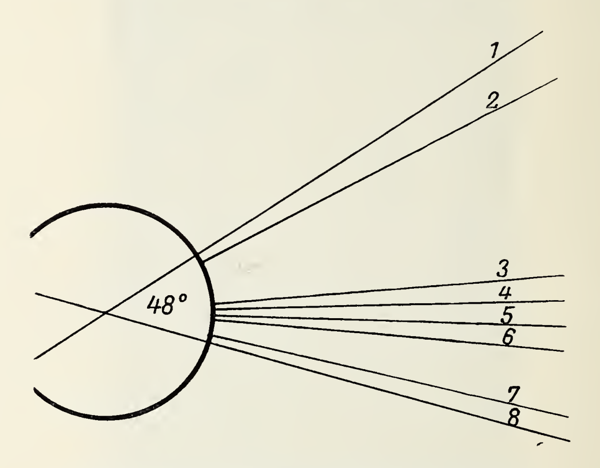


Fig. 16. Lage des Lamellensystems der Fig. 15.

kobalts hervortreten. Außer der zierlichen Lamellarstruktur sind hier auch die feinen weißen Adern des Biarsenids zu erkennen, welche als sekundäre Spaltenausfüllung auftreten. Fig. 18, die ebenfalls von derselben Varietät herrührt, ist ein neuer Beweis dafür, daß der vorliegende Speiskobalt aus verkitteten Bruchstücken aufgebaut ist.

Daß die Lamellarstruktur nicht auf das untersuchte Riechelsdorfer Vorkommen beschränkt ist, führt Fig. 19 vor Augen, welche an einem Speiskobalt von Mansfeld erhalten wurde. Derselbe zeigt die prächtige Gitterstruktur des Triarsenids und läßt wiederum erkennen, daß in den hocharsenierten Varietäten — denn als solche muß er wegen des Vorherrschens des Triarsenids gedeutet werden — das Biarsenid nur als sekundäre Spaltenausfüllung auftritt; es verläuft als weißes Band rechts von oben nach unten.

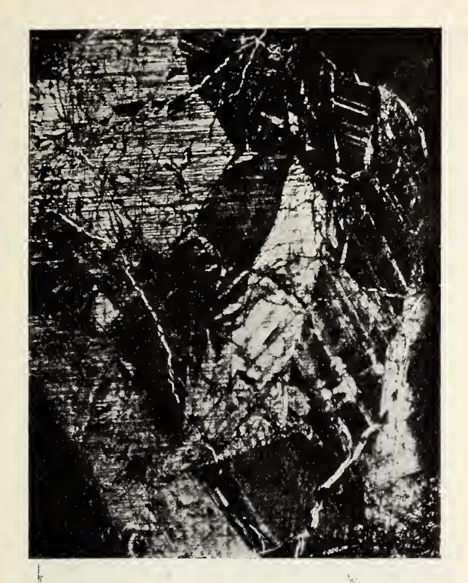


Fig. 17. Derber Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen. Vergr. 1 : 16.

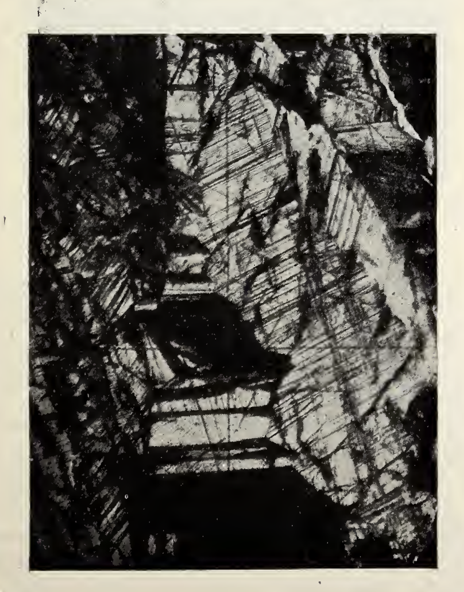


Fig. 18. Derber Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen. Vergr. 1 : 50.

Vergleicht man das mikroskopische Bild arsenärmerer und arsenreicherer Speiskobalte, so ergeben sich durchgreifende Unterschiede. Eine oberflächliche Betrachtung der Fig. 7, 8 und 9, welche von einem Speiskobalt herrühren, dem die empirische Formel $As_{2,53}Co$ zukommt (a. a. O. p. 364, Varietät 3), und das noch zu den arsenärmeren zu zählen ist, genügt, um als Hauptkomponente das durch seine zinnweiße Farbe auffallende Biarsenid As_2Co zu erkennen. Ich stehe nicht an, in dieselbe Gruppe der arsenärmeren Speiskobalte die in den Fig. 6, 10, 11, 12 und 13 abgebildeten

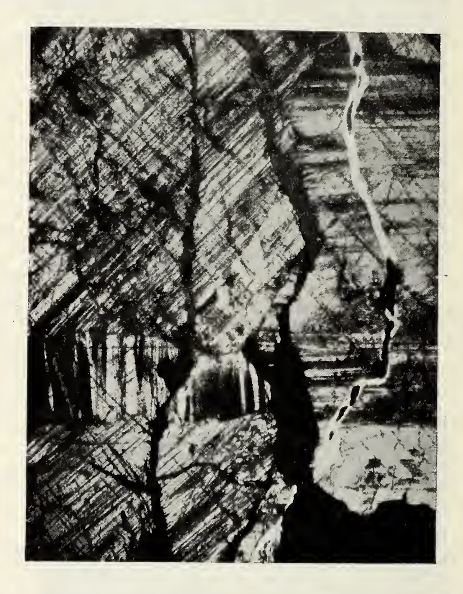


Fig. 19. Derber Speiskobalt von Mansfeld. Vergr. 1 : 50.

einzuordnen, obwohl von diesen keine Analysen vorliegen. Auch das gekröseartig aufgebaute Arsenid, welches beim Ätzen mit Salpetersäure eine bräunliche Färbung mit einem Stich ins Rote annimmt, tritt nur in arsenärmeren Varietäten auf, kann jedoch, wie Fig. 11 beweist, fehlen.

Die arsenreicheren Speiskobalte sind kenntlich durch das Vorherrschen des Triarsenids As_3Co. Seine lamellare, gitterartige Struktur und die hell bleigraue Farbe schließen die Verwechslung mit anderen Arseniden aus. Das Pentarsenid As_5Co_2 ist beiden Arten gemeinsam. Ob die mikroskopische Untersuchung in allen Fällen genügt, um festzustellen, in welche der beiden Gruppen ein Speiskobalt gehört, wage ich noch nicht zu entscheiden. Ich halte es aus genetischen Gesichtspunkten für wahrscheinlich, doch müßten

zur Sicherstellung dieses Resultates noch umfangreichere Versuche angestellt werden.

Welche chemische Zusammensetzung das gekröseartige Arsenid besitzt, ist noch zweifelhaft, weil dasselbe in dem durch Luftoxydation aufgespaltenen Speiskobalt nicht auftritt. Aus den synthetischen Versuchen (dies. Centralbl. 1916. p. 10—22) jedoch geht hervor, daß nur das Monarsenid $AsCo$ und das Sesquiarsenid As_3Co_2 in Frage kommen. Aus Gründen, die erst bei der Genese behandelt werden können, halte ich das Monarsenid für ausgeschlossen.

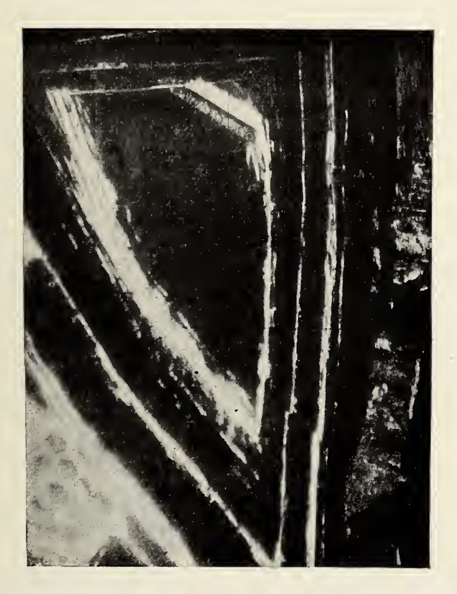


Fig. 20. Derber Speiskobalt von Riechelsdorf, Hessen. Vergr. 1 : 50.

Es würde für das gekröseartig aufgebaute Arsenid nur die Formel As_3Co_2 übrigbleiben; immerhin wäre ein direkter analytischer Beweis auch hier wünschenswert.

In betreff der Kristallform der verschiedenen Arsenide steht fest, daß die äußere Begrenzung des Speiskobalts von dem Biarsenid As_2Co herrührt. An manchen Stellen, wie in der in Fig. 20 abgebildeten, könnte der Anschein erweckt werden, daß das dunkel angefärbte Pentarsenid As_5Co_2, ebenso wie das Biarsenid, regulär kristallisiere. Beachtet man jedoch, daß die dunklen Teile nicht überall gleich stark angefärbt sind, so kommt man zu dem Schlusse, daß in den geschwärzten Partien noch allenthalben Biarsenid vorhanden ist; dem ausgezeichneten Kristallisationsvermögen des letzteren muß daher die symmetrische Anordnung des Pentarsenids

As_5Co_2 zugeschrieben werden. Auch für die Kristallform des Sesquiarsenids As_3Co_2 fehlen Anhaltspunkte. Der lamellare Aufbau des Triarsenids weist zwar darauf hin, daß es gut kristallisiert, jedoch gestatten die vorhandenen Beobachtungen keine sicheren Schlüsse auf das Kristallsystem. Die seltenen Kristalle von Tesseralkies dürften Pseudomorphosen des Triarsenids As_3Co nach dem Biarsenid As_2Co darstellen, aus dem sie durch Arsenzufuhr entstanden sind. Auf diese Umbildung komme ich nächstens bei der Behandlung der Genese eingehender zurück.

Die aus der chemisch-mikroskopischen Untersuchung erhaltenen Aufschlüsse befinden sich in voller Übereinstimmung mit den bei der Luftoxydation gemachten Erfahrungen (a. a. O.). Es konnte von vornherein erwartet werden, daß sich das Pentarsenid, welches bei der Luftoxydation bereits in einem Monat völlig in Lösung gegangen war, beim Ätzen mit einem oxydierenden Reagens am stärksten verändern würde; es war daher nicht überraschend, daß gerade dieses in verdünnter Salpetersäure eine dunkle bis schwarze Farbe annahm, wodurch es sich mikroskopisch von allen übrigen Komponenten abhebt. Das Biarsenid hingegen, welches nach 210 Tagen noch unzersetzt zurückblieb, hat sich auch bei den Ätzversuchen als so beständig erwiesen, daß es seine ursprüngliche, zinnweiße Farbe bewahrte. Das Triarsenid endlich hatte sich schon bei der Luftoxydation als recht widerstandsfähig erwiesen, und dementsprechend erlitt es in der verdünnten Salpetersäure nur eine leichte Umfärbung von zinnweiß in hell bleigrau.

Ergebnisse.

1. Die Verwendung des metallographischen Mikroskops bei der Untersuchung angeätzter Speiskobaltschliffe hat sich als sehr nützlich erwiesen.
2. Die bei der Zerlegung des Speiskobalts durch Luftoxydation aufgefundenen Arsenide As_3Co, As_5Co_2 und As_2Co lassen sich mit Sicherheit auch mikroskopisch feststellen:
   As_3Co zeigt lamellaren Aufbau und färbt sich in verdünnter Salpetersäure hell bleigrau;
   As_5Co_2 schwärzt sich;
   As_2Co bleibt zinnweiß.
3. Die arsenärmeren Speiskobalte bis etwa zur Formel $As_{2,5}Co$ enthalten außer As_5Co_2 reichlich das zinnweiße As_2Co; in vielen tritt noch ein gekröseartig aufgebautes Arsenid von hellbräunlicher Farbe (angeätzt) mit einem Stich ins Rote hinzu, dem wahrscheinlich die Formel As_3Co_2 zukommt.
4. Die arsenreichen Speiskobalte (sogenannte Tesseralkiese) enthalten außer As_5Co_2 reichlich das Triarsenid As_3Co; As_2Co tritt hingegen nur untergeordnet als sekundäre Spaltenfüllung auf.

5. Die äußere Schale der Speiskobaltkristalle besteht aus As_2Co; die reguläre Kristallgestalt stammt von dem Biarsenid.
6. Die regulären Kristalle des Tesseralkieses dürften Pseudomorphosen des Triarsenids As_3Co nach dem Biarsenid As_2Co darstellen.

Breslau, Mineral. Institut der Universität, September 1915.

Zur Geologie der Strophaden.

Von **Paul Oppenheim.**

Vor einigen Jahren hat der Schriftsteller Herr Josef Ponten die Strophaden besucht. Das, was er auf diesen beiden kleinen, weltentlegenen, den Alten als Heimat der Harpyien bekannten Inseln sah und beobachtete, auch — und zwar nicht in letzter Linie — das Geologische, hat Ponten bereits in seinem für einen weiteren Leserkreis bestimmten, durch Frau Julia Ponten von Broich reich illustrierten Werke „Griechische Landschaften, ein Versuch künstlerischen Erdbeschreibens"[1] niedergelegt. Er hat aber noch mehr getan. Er hat Gesteine und Fossilien gesammelt, und diese sind mir zur Bearbeitung vorgelegt worden.

Nachdem mich eine oberflächliche Untersuchung gelehrt hatte, daß es sich um ganz jugendliche Sedimente handele, und ich in diesem Sinne Herrn Ponten berichtet hatte, glaubte ich, eine nähere Untersuchung des gesammelten Materiales für gelegenere Zeiten aufschieben zu können. Nun steht Herr Ponten aber seit Beginn des Krieges im Felde und legt großen Wert darauf, meine Arbeit vollendet und dadurch allen Wechselfällen seines eigenen Geschickes entzogen zu sehen. Ich habe es daher unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse für die Pflicht des Daheimgebliebenen gehalten, den Wünschen des im Felde Dienenden mit tunlicher Beschleunigung nachzukommen.

Die Strophaden, auch Strophadia, Strivali oder Stamphani genannt[2], liegen im Süden von Zante und im Westen der messenischen Küste, von der aus sie nicht sichtbar sind. Sie bestehen aus zwei Teilen, einer kleinen nördlichen und einer größeren südlichen Insel, sind ganz platt und niedrig und von sehr einfachem geologischem Bau; allerdings war dieser bisher nicht bekannt, was schon Philippson im Interesse tektonischer Forschung lebhaft bedauert[3].

[1] Stuttgart/Berlin 1914.

[2] Vergl. Ponten, a. a. O. p. 227.

[3] Vergl. A. Philippson, Der Peloponnes, Versuch einer Landeskunde auf geologischer Grundlage. Berlin 1891. p. 430. „Es wäre sehr interessant, die Zusammensetzung der kleinen Strophaden-Inseln zu erfahren, von denen wir noch nichts wissen; denn diese Inseln scheinen sich außerhalb des Absturzes aus der Tiefsee zu erheben."

Dieser sehr einfache geologische Bau der Inseln, auch auf der Internationalen geologischen Karte, auf welcher die Inseln als Kreide angegeben werden, noch nicht richtig wiedergegeben[1], ist nunmehr nach PONTEN der folgende:

Die Basis bilden weiche Tone und Mergel von gelber, grüner und blauer Farbe. Sie sind z. B. auf der Südseite der großen Insel, wie ein mir vorgelegtes Handstückchen lehrt, recht dünn geschichtet und sollen im allgemeinen mit einer Neigung von ungefähr 30° nach Osten einfallen; jedoch gäbe es auch steilstehende und westlich einfallende Schichten. Man wird trotz des Fehlens charakteristischer Versteinerungen nicht fehlgreifen, wenn man in diesen Gips einschließenden Mergeln das Äquivalent des im Peloponnes und auf den Ionischen Inseln reich entwickelten unteren Pliocän erblickt. Der Wechsel in der Farbe dürfte auf Verwitterungserscheinungen zurückzuführen sein. Interessant ist — weil ganz abweichend von dem Auftreten im Peloponnes[2] —, daß diese blauen Mergel des unteren Pliocäns auf den Strophaden aufgerichtet und anscheinend auch gefaltet sind. Auf ihnen liegt diskordant die Kalkdecke, welche die Hauptmasse der Inseln ausmacht. Sie soll „fast wagerecht“ liegen[3]. Sie würde aber nach mündlichen Angaben des Herrn Verf.'s in einer Neigung von 1 : 100 derartig nach Osten abfallen, daß sie im Westen in einer Höhenlage von über 20 m einsetzte, während sie im Osten fast den Meeresspiegel erreichte. Es ist dies eine Neigung, welche man selbst bei einem Strandgebilde kaum als eine ganz ursprüngliche ansehen kann. Diese Kalkplatte ist 1—4 m mächtig. Ihre Oberfläche ist „tief, oft metertief zerrissen und zerschrattet“. Man muß daraus schließen, daß die Verwitterung hier schon lange Gelegenheit hatte zu wirken. Man erkennt dies sehr schön auf der Fig. 107 bei PONTEN wie aus seiner Bemerkung a. a. O., daß „die Spitzen und Zacken der Kalkdecke wie Dornen drohten“. Die Basis des Kalkes enthält Rollsteine von 15 mm Durchmesser. Diese sind von grünlicher Farbe, teilweise sehr weich, immer ziemlich kalkreich und scheinen, wenigstens teilweise, dem pliocänen Mergel der Unterlage zu entstammen; andere dürften vielleicht auf jetzt aus der Umgegend gänzlich verschwundene Macigno-Gesteine zurückzuführen sein. PONTEN gibt a. a. O.[4] auch ein

[1] Vergl. PONTEN, p. 230. — Auf Blatt 39 (D VI) der Intern. geolog. Karte von Europa sollen nach einer brieflichen Mitteilung PONTEN's die Strophaden mit derselben grünen Farbe getuscht sein, welche Kephallonia und Teile des Peloponnes bedeckt und das Zeichen c_2 = ob. Kreide trägt.

[2] Vergl. PHILIPPSON, a. a. O. p. 407. „Das letztere“ (d. h. das Neogen) „nimmt daher nicht mehr an dem Aufbau der Faltengebirge teil, sondern lagert sich um dieselben herum in horizontaler oder mäßig geneigter Lagerung.“

[3] PONTEN, a. a. O. p. 228.

[4] p. 228/229.

Gipsstückchen als Rollstein aus der Decke an. Der sehr harte Kalk scheint im wesentlichen zoogener Entstehung zu sein; doch ist das Haufwerk von organischem Grus von stark zerriebenen Bryozoen-, Corallinen- und Molluskenresten wohl durch chemischen Absatz verkittet. Die in größerer Menge vorhandenen, aber nicht leicht aus dem festen Gestein herauszulösenden Molluskenschalen sind oberflächlich stark abgerollt. Ihr Erhaltungszustand ist also trotz des jugendlichen Alters der Bildung keineswegs ein guter zu nennen. Neben Mollusken und Wurmröhren fand sich auch eine Koralle, der Gattung *Balanophyllia* angehörig. Ich bestimmte folgende Arten:

Balanophyllia Ponteni n. sp.[1]

Es liegen drei noch im Gesteine sitzende Stücke dieser eigenartigen Form vor. Von diesen sind zwei ganz niedrig, während die dritte eine etwas bedeutendere Höhe erreicht. Die betreffenden Maße sind:

Höhe: 7, 5, 13 mm
Kelchradien: 8 : 6, 7 : 5, 8 : 6 mm.

Man ersieht schon aus diesen Maßen, daß die Form bei fortschreitendem Höhenwachstume kaum an Breite im Kelche zunimmt. Sie scheint ursprünglich annähernd mit demselben Durchmesser festzusitzen, welchen auch der ältere Kelch später besitzt, wobei es natürlich zweifelhaft bleibt, ob sie — wie mir scheint — an Ort und Stelle festsaß oder erst von einem anderen Punkte herangeschafft wurde. Im letzteren Falle würde natürlich ihre ursprüngliche Anheftestelle nicht vorliegen. Die Außenwand ist von starker, fein poröser Epithek bedeckt, welche in ringförmigen Lagen abgesetzt ist. Diese scheint bis ziemlich an den Kelchrand zu reichen, wenn man wenigstens die Verhältnisse des größten Stückes als die allgemeingültigen ansehen will. Da, wo sie fehlt — und wahrscheinlich durch Abrollung zerstört wurde —, kommen die Rippen zum Vorscheine. Diese sind breit und flach, aber recht undeutlich voneinander abgegrenzt. Sie scheinen aus zwei Reihen grober, ziemlich in die Länge gezogener, unregelmäßiger Trabekel zu bestehen, welche zwischen sich große Löcher freilassen. Ihre Zahl ist nicht genau festzustellen. Der Kelch ist unregelmäßig elliptisch und sehr flach; auf seinem Grunde sieht man ein aus lockerem Flechtwerk gebildetes, ziemlich starkes Säulchen. Was die Septen anlangt, so dürften etwa drei Cyclen bis zur Columella gelangen, der vierte scheint sich in geringer Entfernung vom Mittelpunkte mit ihnen zu verbinden, der fünfte rein randlich zu liegen und nicht in das Innere des Kelches hinabzutauchen. Er bildet hier am Kelchrande mit zahlreichen Synaptikeln ein schwammiges Gebilde, welches einen stark aufgewulsteten Saum um die

[1] Die Abbildung dieser neuen Art wird gleichzeitig im N. Jahrb. f. Min. etc. gegeben werden.

Kelchhöhle darstellt und in dem die einzelnen Elemente kaum voneinander zu trennen sind.

Soweit ich aus Heller[1] entnehme, besitzt das Mittelmeer heute nur noch zwei Arten der Gattung *Balanophyllia* S. Wood, *B. italica* Mich. und *B. verrucaria* Pallas. Die erstere[2] liegt mir aus Neapel vor, die letztere, augenscheinlich seltenere, kenne ich nur aus der Abbildung bei Milne Edwards und Haime[3]. *B. italica* kommt für den Vergleich überhaupt nicht in Frage; was *B. verrucaria* anlangt, so bietet sie in der Gestalt und in dem Auftreten der Epithek manche Ähnlichkeit, die sich — zumal im Vergleiche mit der Fig. 8 bei Edwards und Haime — aufdrängt; aber Fig. 6 a, das Kelchbild, ist doch recht verschieden, und wenn wir die Beschreibung bei Milne Edwards und Haime daraufhin durchgehen, so entdecken wir folgende Unterschiede: *B. verrucaria* soll besonders oben zusammengedrückt sein. Dies ist bei unserer Art nicht der Fall. Die Epithek soll bei der ersteren Art bis zur Mitte der Höhe reichen, während sie bei der unserigen bis nahe zum Kelche heraufklimmt. Der Kelch soll bei *B. verrucaria* die Form einer Acht haben, da die Enden der kleinen Achse hineingezogen sind. Das Verhältnis der Achsen soll wie 100 : 215 sein, d. h. die eine Achse ist über doppelt so groß als die andere. Alles dies findet sich bei unserer Form nicht. Eine Einbuchtung des Kelches fehlt ihr, und die Unterschiede zwischen beiden Achsen sind weit geringere. Endlich ist die Kelchgrube bei unserer Art weder „groß“ noch „tief“; dagegen läßt *B. verrucaria* die auffallende Saumbildung um die Kelchgrube vermissen, welche für die Form der Strophaden so charakteristisch zu sein scheint, und die bündelförmige Anordnung einzelner Septalkomplexe ist — wenigstens nach der Abbildung zu urteilen — bei ihr weit ausgesprochener, kurz, es scheint eine spezifische Identität trotz mancher Übereinstimmung wohl auszuschließen.

In der allgemeinen Gestalt wohl ähnlich, aber im Bau des Kelches vollkommen verschieden, ist schließlich *B. calyculus* S. Wood aus dem englischen Crag[4]. —

Erst verspätet habe ich Döderlein's ganz moderne Publikation über die Steinkorallen des Golfes von Neapel kennen gelernt[5].

---

[1] Vergl. die Zoophyten und Echinodermen des Adriatischen Meeres. Wien 1868. p. 27.

[2] Michelin, Iconographie zoophytologique. p. 46. Taf. IX Fig. 15.

[3] Vergl. Recherches sur les Polypiers, troisième mémoire, Monographie des Eupsammides. Annales des Sciences naturelles. 3 Sér. **10.** Taf. I Fig. 6—6 a.

[4] Milne Edwards und Haime, A monograph of the British fossil Corals. London (Palaeontographical Society) 1850. p. 9. Taf. 1 Fig. 3—3 d.

[5] Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. **21.** Berlin 1913—14. p. 105 ff.

Hier wird auf p. 140 ff. *B. italica* Mich. beschrieben und auf Taf. IX Fig. 72—85 abgebildet. Döderlein zieht *B. verrucaria* Milne Edwards und Haime in die Synonymie der Art mit hinein, ohne indessen objektive Gründe dafür anzugeben; denn die Bemerkung auf p. 141: „*B. verrucaria*, die ich ebenfalls von Neapel erhielt, ist meines Erachtens von *B. italica* nicht spezifisch verschieden“, ist doch rein subjektiver Natur und entbehrt des objektiven Beweises. Ich kann auch hier, wo der Artbegriff somit sehr weit gefaßt ist, keine spezifische Identität mit der Form der Strophaden entdecken. Die Unterschiede treten vielmehr im Vergleiche mit der von Döderlein gegebenen Diagnose sehr scharf hervor. Die Gestalt der Strophadenart ist nicht „becherförmig“; sie scheint erwachsen im ausgesprochenen Maße höher als breiter zu sein und ist dann nicht „stark komprimiert mit ovaler, manchmal etwas eingebuchteter Mündung“. Die Type besitzt stets Epithek. Ihre Rippen sind nicht „fein“, sondern breiter und flacher. „Die Hauptsepten ragen“ nicht „über den Kelchrand hervor“. „Die kleineren Septen sind“ weniger „verwachsen“, die „dreieckigen Kammern“ nicht so ausgebildet. Soweit sie überhaupt zu erkennen sind, sind in ihnen mehr als „drei Septen eingeschlossen“. Von den zahlreichen Abbildungen bietet höchstens Fig. 85 eine gewisse Ähnlichkeit dar; aber auch dieses Exemplar ist — nach der Seitenansicht auf Fig. 77 — in der Gestalt verschieden, vor allem nach unten schärfer verjüngt. Also mit dieser *B. italica* in der sehr weiten Döderlein'schen Fassung vermag ich die vorliegende Art nicht zu identifizieren. Nun gibt Döderlein aber noch eine weitere Art aus dem Mittelmeere an. Es ist dies *B. regia* Gosse, eine Art, welche ich auch in Abbildungen nicht kenne und für welche ich auch bei Lacaze-Duthiers nicht die entsprechende Literatur aufgefunden habe [1]. Es wird hier nur auf p. 163 eines Werkes von Gosse über die englischen Seeanemonen verwiesen [2]. Wie diese Form aber auch gestaltet sein mag, so scheint sie sich von der Type der Strophaden schon darin zu unterscheiden, daß bei ihr die Septa höherer Ordnung nach Döderlein [3] stark gebogen sein solle, was bei unserer Type keineswegs der Fall ist. Außerdem spricht Lacaze-Duthiers a. a. O. [4] noch von einer *B. corsica*, ohne den Autor zu nennen, und von

[1] Vergl. H. de Lacaze-Duthiers, Faune du golfe du Lion. Coralliaires. Archive de Zoologie expérimentale. 3 Sér. **5**. Paris 1897. p. 1 ff.

[2] Ich bin inzwischen durch weitere Nachforschungen zur Kenntnis dieses Werkes gelangt. Es handelt sich um Philip Henry Gosse, Actinologia britannica, a history of the British Sea-Anemones and Corals. London 1860, wo auf p. 343, Taf. X Fig. 10—11, *B. regia* beschrieben und abgebildet ist.

[3] a. a. O. p. 143.

[4] p. 195.

einer vielleicht neuen Type aus der Nähe der Balearen (Mahon). Es scheint dies zu beweisen, daß auch heute im Mittelmeere noch mehrere Arten von *Balanophyllia* auftreten, welche noch näher zu beschreiben sind; denn auch über *B. corsica* ist mir eine einschlägige Literatur nicht bekannt geworden. Was die Tiefenzone aller dieser Formen anlangt, so gibt Döderlein die *B. italica* von 7—30 m an; dagegen soll sie nach Lacaze-Duthiers[1] in den Gewässern von Banyuls in ganz geringer Tiefe auftreten. Das gleiche wird[2] von *B. regia* Gosse behauptet, die ebenfalls bei Banyuls im Niveau der „Basses-eaux" — d. h. also, wenn ich den Verf. richtig verstehe, im Gebiete der Ebbe — leben soll. Diese Formen scheinen also auch hier Strandbewohner zu sein.

Spondylus gaederopus L.

Sacco[3], a. a. O. **25**. p. 3. Taf. I Fig. 1—5.
Weinkauff[4]. I. p. 269.
Locard[5], a. a. O. p. 356. Fig. 335.
Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus[6], a. a. O. II. p. 45. Taf. X Fig. 1—4.

Eine große Schale von 80 mm Höhe mit etwa neun Reihen unregelmäßiger, teilweise langgestreckter Stacheln, die indessen nicht auf verstärkten Rippen sitzen. Reste der roten Färbung sind noch erkennbar; ebenso an den meisten Stellen der Schale die sehr zahlreichen zarten, leicht gekörnelten oder geschuppten Rippen.

Auf diesem, zweifellos aus geringer Tiefe stammenden Exemplare sitzt eine junge *Balanophyllia* (vergl. oben).

Lima squamosa Lk.

Weinkauff, a. a. O. I. p. 240.
Locard, a. a. O. p. 354. Fig. 334.
Sacco, a. a. O. **25**. p. 13. Taf. IV Fig. 28—31 (*Radula lima* L.).
Bocquoy, Dautzenberg und Dollfus, a. a. O. II. p. 51. Taf. XI Fig. 1—3 (*Radula lima* L.).

Zwei wohlerhaltene Stücke mit je 19 und 21 Rippen, also nach Weinkauff's Diagnose die typische Mittelmeerform, nicht die nach Sacco[7] heute mehr auf das Rote Meer beschränkte *Lima paucicostata* Sow., wofern man diese überhaupt, auch nur als

---

[1] a. a. O. p. 191.
[2] a. a. O. p. 166.
[3] Bellardi-Sacco, I molluschi terziarii del Piemonte e della Liguria. **1—30**. Torino 1872—1904.
[4] Die Conchylien des Mittelmeers. 2 Bde. Cassel 1867—68.
[5] Les Coquilles marines des Côtes de France. Paris 1892.
[6] Les Mollusques marins du Roussillon. Paris 1882 ff.
[7] a. a. O. p. 14.

Varietät, abtrennen will. Die Art lebt heute im Mittelmeer in allen Tiefenzonen, also auch, wie WEINKAUFF [1] ausdrücklich angibt. in der Nähe des Strandes, auf welchem dieser bei Bona und Mustapha sogar die größten Schalen aufgesammelt hatte.

Pectunculus bimaculatus POLI.

LOCARD, a. a. O. p. 328.
WEINKAUFF, a. a. O. II. p. 437.
SACCO. **26**. p. 28. Taf. VI Fig. 7—14 (*Axineaea bimaculata* POLI).
BUCQUOY, DAUTZENBERG und DOLLFUS, a. a. O. II. p. 202. Taf. XXXV Fig. 1—2.

Es handelt sich um eine ziemlich flache Schale von 56 mm Höhe und 58 mm größter Breite, die oberflächlich stark abgerieben und innen größtenteils mit Gesteinsmaterial erfüllt ist; die größte Breite liegt auf dem obersten Drittel. Die Gestalt ist leicht unregelmäßig, auf der einen Seite niedriger als auf der andern. Die verhältnismäßig flache Gestalt und Unregelmäßigkeit der Schale dürfte für die hier vorgenommene Bestimmung sprechen, die aber angesichts der ungeheuren und von allen Bearbeitern empfundenen Schwierigkeit, selbst wohlerhaltene *Pectunculus*-Formen auseinander zu halten, nur mit allem Vorbehalt getroffen werden soll.

Haliotis lamellosa LAMK.

Vergl. BUCQUOY, DAUTZENBERG und DOLLFUS, Les Mollusques marins du Roussillon. Paris 1882 ff. p. 426. Taf. LII Fig. 1—7.

Das verhältnismäßig sehr große Stück hat eine Breite von 70 zu einer Höhe von 25 mm. Es zeichnet sich durch eine ganz außergewöhnliche Entwicklung der Längs- und Spiralskulptur aus wie durch bedeutendes Hervorquellen der Wirbelregion. Keine der von den französischen Autoren a. a. O. gegebenen Figuren zeigt nach der ersten Richtung hin Ähnliches, nicht einmal die noch in erster Linie in Betracht kommende Fig. 1. Im allgemeinen sollen sich bei dieser Gattung nach SACCO [2] die fossilen Typen durch geringere Größe von den lebenden unterscheiden. So sind denn auch die vom Autor a. a. O. abgebildeten Stücke sämtlich wesentlich kleiner, auch die var. *lamellosoides* SACCO [3], welcher nach der von SACCO gegebenen Diagnose unser Exemplar angehören müßte, und welche wohl ebenfalls infolge dieser Diagnose der *H. lamellosa* LAMK. des Mittelmeeres restlos entspricht. Man sieht nicht recht den Grund ein, weshalb sie der Verfasser zu der atlantischen *H. tuberculata* LINNÉ zieht; es müßte

[1] a. a. O. p. 241.
[2] I Molluschi dei Terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. 22. 1897. p. 5.
[3] a. a. O. p. 6. Taf. I Fig. 6—7.

denn sein, daß er diese *H. lamellosa* nur als mediterrane Fazies der *H. tuberculata* des Ozeans auffaßt, wie man aus einer späteren Stelle vermuten möchte. Dann scheint es aber zwecklos, eine neue var. *lamellosoides* aufzustellen, wo in diesem Falle die var. *lamellosa* Lamk. schon existieren würde. Sacco spricht weiter von einer var. *prisca* Ian, welche im Pliocän von S. Colombano auftreten solle und welche seiner var. *lamellosoides* besonders ähnlich sei. Nun besitzt das Königliche Museum für Naturkunde zu Berlin unter seinen nicht gerade reichen Vorräten der Gattung *Haliotis* ein Exemplar aus dem Pliocän von S. Colombano bei Lodi, welches wohl der var. *prisca* Ian entsprechen dürfte und welches in mehrfacher Hinsicht an die Form der Strophaden erinnert, allerdings weder die bedeutende Größe noch die Stärke der Spiralrippen und Anwachsstreifen erreicht. Ähnliches liegt aber auch aus dem Quaternär von Palermo vor. Nach Locard[1] würde *Haliotis lamellosa* Lamk. eine Höhe von 10—12 und einen Durchmesser von 40—60 mm erreichen. Unsere Form überträfe also ziemlich bedeutend die größten lebenden Exemplare der *H. lamellosa* und erinnerte in diesem Punkte an die atlantische *H. tuberculata* L., welche bedeutendere Größenverhältnisse erreicht, aber die Längswülste des *H. lamellosa* nicht entwickelt. Wir dürfen also wohl schließen, daß die Form der Strophaden einen Vorläufer der mediterranen *H. lamellosa* Lamk. darstellt, in welchem die für diese Form charakteristischen Merkmale bereits eine sehr bedeutende Entwicklung erlangt haben.

Trochus (_Gibbula_) _magus_ L. var. _producta_ B. D. D.

Vergl. Weinkauff, a. a. O. II. p. 380.
Locard, p. 208. Fig. 184.
Sacco. **22**. p. 29. Taf. III Fig. 32.
Bucquoy, Dautzenberg u. Dollfus, Moll. marins du Roussillon. I. p. 375. Taf. XLIV Fig. 9—11.

Diese schöne und im allgemeinen leicht kenntliche Art variiert nach dem übereinstimmenden Urteile aller Autoren ungemein in der Höhe des Gewindes und in der Ausbildung der Skulptur. Indem ich diesen allgemein anerkannten Verhältnissen Rechnung trage, ziehe ich eine in zwei Stücken vorliegende kleine *Gibbula* hierher, welche wohl im allgemeinen Typus mit der Art übereinstimmt, sich aber den mir augenblicklich vorliegenden Stücken und Abbildungen gegenüber durch verhältnismäßig bedeutendere Höhe unterscheidet. Die Form mißt 10 : 10 mm, ist also etwa ebenso hoch als breit, während ich in anderen Fällen bei einer Basalbreite von 15 mm nur 8 mm Höhe ermittele (Exemplar aus dem Pliocän von Asti, m. Samml.) und rezente Stücke aus Neapel

[1] Les Coquilles marines des Côtes de France. Paris 1892. p. 219.

14 : 21 mm zeigen. Ebenso tritt an diesem Stücke die Längsskulptur sehr zurück und ist nur in Verdickungen der obersten Spiralen angedeutet. Nichtsdestoweniger wüßte ich keinen passenderen Platz für dieses Stück, da bei der sonst etwa noch in Betracht kommenden *Gibbula varia* L., die im übrigen recht ähnlich ist, der letzte Umgang verhältnismäßig zu hoch ist. So haben denn auch Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus ganz analoge Gestalten als var. *producta* zu der Linné'schen Art gezogen.

***Trochus* (*Calliostoma*) *zizyphinus* L.**

Vergl. Weinkauff, a. a. O. II. p. 358.
Locard, a. a. O. p. 204. Fig. 181 (*T. conuloides* Lk.).
Bucquoy, Dautzenberg u. Dollfus, a. a. O. I. p. 345. Taf. XLI Fig. 1—7 (bes. Fig. 2—3!).

Ich fasse diese Art hier in der Begrenzung auf, welche Weinkauff und Locard ihr geben. Ich habe also die Form im Auge, welche einen größeren Windungswinkel und stärkere Spiralskulptur besitzt und dazu im Leben niemals rein rot, sondern gelblich oder grünlich gefärbt und mit kleinen rötlichen Flecken oder Binden verziert ist. Dieser Form gehört das Unikum von den Strophaden, welches eine Höhe von 20 mm erreicht, zweifellos an. Wenn an ihm auch die Spiralen durch Abreibung etwas gelitten haben, so sind sie doch bei geeigneter Beleuchtung deutlich, und die breite Gestalt spricht für *Trochus conuloides* Lk. (gleich *Tr. zizyphinus* L.), nicht für den schmäleren, glänzenderen und glatten *Tr. conulus* L. Es ist eigenartig, daß Sacco[1], wie die Abbildungen auf Taf. IV Fig. 31—33 beweisen, nur diesen letzteren aus dem Pliocän des Piemont kennt, während Weinkauff mit Philippi ausdrücklich auch die vorliegende Art von dort zitiert. Daß Sacco a. a. O. das Weinkauff'sche Zitat des *Tr. zizyphinus* L. unter die Synonymie seines *Calliostoma conulum* L. setzt, ist wohl nur ein Lapsus und zweifellos unrichtig. (Schluß folgt.)

Personalia.

Über die Tätigkeit des Kriegsgeologen in Deutsch-Südwest und die letzten Lebenstage von Hans v. Staff.

Der Nachruf auf Hans v. Staff (dies. Centralbl. 1915. p. 689) enthält keinerlei Notizen über die Art seines Scheidens und noch weniger über seine letzten Lebenstage. Die nachstehenden Mitteilungen der Witwe des allzufrüh der Wissenschaft und dem Vaterlande entrissenen Forschers sind im folgenden ausführlich wiedergegeben; denn sie besitzen nicht nur persönliches Interesse für alle, die ihm nahe gestanden haben und ihn schätzten, sondern

[1] I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. 21. p. 41.

sind auch als Stimmungsbilder aus den letzten Tagen der Verteidigung in Südwest von großem Wert und gewähren Einblick in die selbstaufopfernde Arbeit des Kriegsgeologen in der Bohrkolonne.

Ende März 1914 kam Hans v. Staff an Bord der „Gertrud Woermann“ nach Lüderitzbucht, von wo er sich alsbald nach seinem festen Wohnsitz in Kuibis begab. Die Bahnstation Kuibis, ein Hotel und einige andere Häuser liegen auf einer Hochfläche. Bis dicht an die Bahnstation greift ein cañonartig eingeschnittenes Tal in das Plateau. In diesem liegt die Bohrkolonne Süd mit ihren Werkstätten, Magazinen, Wohnhäusern der Angestellten, mit ihren Ställen und Kralen für das Vieh, mit der großen Eingeborenen-Werft und mit der schönen Dienstwohnung für den Leiter der Bohrkolonne inmitten eines großen Gartens. Diese für die Wasserbeschaffung und damit für die Zukunft der Kolonie wichtige Stellung hatte Hans v. Staff inne. Er war Gouvernementsbeamter: der Kaiserliche Geologe für Deutsch-Südwestafrika und Leiter der Bohrkolonne Süd. Sein Vorgänger Dr. Range war damals noch dort, um Hans v. Staff in den Betrieb der Bohrkolonne einzuführen. Dies geschah in Kuibis selbst und auf kleineren Dienstreisen in die Namib. Am 25. April trat Hans v. Staff im Auftrage des Gouvernements eine längere Reise an, um den Kapstädter Geologen Dr. Rogers durch Deutsch-Südwest zu begleiten. Hierbei hat er den großen Brukaros und das Erango-Gebirge bestiegen und die Tsumeb-Mine besichtigt. Auf dem Rückwege traf er in Swakopmund fast gleichzeitig mit dem Dampfer ein, der seine Braut zu ihm nach Südwest brachte. Für seine Braut gänzlich überraschend kam er in Swakopmund an Bord und fuhr mit ihr bis Lüderitzbucht, wo sie am folgenden Tage, dem 5. Juni, ankamen und getraut wurden. Es folgten arbeitsreiche Wochen in Kuibis: die Bohrkolonne hatte einen jährlichen Etat von etwa 350 000 Mk. Unter dem Leiter stehen: ein Bohrinspektor, ein Bohringenieur, ein Sekretär, ein Techniker, ein Materialverwalter, ein Bureauschreiber, sieben Bohrmeister, ein paar Bohrgehilfen [1], ein Konduktor zur Beaufsichtigung des großen Wagen- und Viehparks und eine große Anzahl Eingeborene. Sieben bis neun Bohrtrupps waren im Gelände tätig und wurden von der Zentrale in Kuibis aus regiert. Den ganzen Juli hindurch befand Hans v. Staff sich auf einer Dienstreise, die ihm zur Ansetzung von Bohrstellen, zur Inspizierung von Bohrtrupps und zur Untersuchung einer Stelle bei Ukamas, wo man von Windhuk aus Korund-Vorkommen vermutet hatte, von Keetmanshoop nach Osten durch die Kalahari bis über die englische Grenze hinaus und dann nach Süden bis zum Oranje führte. Auf dieser ganzen Reise durfte seine Frau ihn als „Assistent“ (wie er es im Scherz nannte)

[1] Verschiedene Handwerker für die Schmiede, Dreherei und Tischlerei.

begleiten. Von Stolzenfels am Oranje reisten sie über Jerusalem und Warmbad zurück und benutzten von Kalkfontein-Süd an die Eisenbahn. Dort hörten sie zum ersten Male von dem Ultimatum an Serbien, hörten die Bedenken einiger Offiziere der Schutztruppe über einen eventuellen Krieg in Europa. Das war am 30. Juli. An Feindseligkeiten mit der Union dachte niemand. Am 8. August erfolgte die Mobilmachung in Südwest, zum Schutz der Grenzen, nicht zum Angriff. Hans v. Staff wurde unabkömmlich erklärt, sein Personal zum größten Teil sofort eingezogen. Ein Teil der Angestellten blieb dauernd bei der Front, ein Teil wurde (in Uniform) zur Bohrkolonne abkommandiert, die von nun an zwar als selbständige Behörde der Truppe nicht unterstellt war, aber trotzdem fast ausschließlich für die Truppe arbeitete. Es wurde Wasser für die Truppe erschlossen, andererseits wurden Bohrlöcher im Kuichab Rivier wieder zugeschüttet, um den Engländern das Vorrücken durch die Namib zu erschweren. In den Werkstätten wurde Material für die Verschanzung der Truppe in Aus geliefert, und die beiden deutschen Flugapparate wurden hier repariert. Mehrmals fuhr Hans v. Staff nach Aus, einmal 10 Tage nach Windhuk im Auftrage der Truppe. Dauernd wurde Material von Kuibis nach Aus geschickt. Fast stets, wenn er sich gerade in den Werkstätten befand, wurde er von Aus am Fernsprecher gewünscht. Dann kam er durch die Sonnenglut, die staubige „Pad“ entlang im Laufschritt zum Bureau zurück. Oder er hatte nicht weit vom Hause talaufwärts bei einer neuen Bohrung nach dem Rechten gesehen und war in wenigen Sätzen mit einem Sprung über die Gartenmauer wieder im Dienst der Truppe bereit, Neues zu schicken oder die Arbeiten der Bohrtrupps im Felde umzudisponieren. Freude hat Hans v. Staff diese reiche Tätigkeit gemacht, aber sie war höchst anstrengend. Hans v. Staff hatte weit mehr als die Arbeit eines Durchschnittsbeamten zu bewältigen, ehe er dahin kam zu sagen, daß er einmal einen Tag der Erholung nötig hätte. Aber sofort rief das Telephon, rief ihn nur zu oft, wenn er sich abends um 7 Uhr zu seiner Hauptmahlzeit setzen wollte, rief ihn mehrmals in der Nacht. Dann ging er selbst mit dem Materialverwalter in das Magazin und traf beim Schein einer Laterne seine Anordnungen.

Am 23. März 1915 wurde die Stellung in Aus aufgegeben, da die Engländer im Swakoptale und über Upington vordringend der Schutztruppe sonst in den Rücken gefallen wären. Das bedeutete für die Bohrkolonne Rückzug von Kuibis. Am Abend erhielt Hans v. Staff die Nachricht. Die liebsten Bücher, Aufzeichnungen und photographischen Aufnahmen packte Hans v. Staff in der Nacht ein, desgleichen Wäsche und Proviant für seine Frau für die nächsten Monate und schickte sie am nächsten Morgen voraus nach Windhuk. Dann folgten für ihn 10 Tage schwerster Arbeit. Ein Offizier, der

damals vorübergehend in Kuibis stand, erzählte seiner Frau nachher, Hans v. Staff habe Nächte durch bei der Verladung der Bohrkolonne gearbeitet, habe selbst mit zugegriffen und sich auf das äußerste überanstrengt, obgleich er selbst ihn oft gewarnt und gebeten habe, sich zu schonen. Als er am 5. April abends in Windhuk eintraf, fand ihn seine Frau sehr elend aussehend. Trotzdem sprach er, wenn sie ihn zum Gouvernementsgebäude oder zu der Bohrkolonne Nord begleitete, mit der gewohnten Frische und Lebendigkeit von wissenschaftlichen Problemen. Er blieb nur bis zum Abgange des nächsten Zuges nach dem Norden am 10. April; denn die Bohrkolonne war nach Otjiwarongo versetzt, um dort weiter für die Truppe Wasser zu erschließen. Seine Frau war über diese Versetzung glücklich, wähnte sie doch ihren Mann dort sicherer als bei der Kompagnie Mannhardt, bei der er sich als Kriegsfreiwilliger gemeldet hatte in der Annahme, die Bohrkolonne werde aufgelöst. In Otjiwarongo ist er fast drei Wochen später erkrankt, hat aber, mit dem Fieber kämpfend, noch vier bis sechs Tage gearbeitet, ehe er in das Lazarett eingeliefert wurde. Seine Frau war damals bereits in Grootfontein, da sie, wegen des drohenden Anrückens der Engländer von Süden her, schon am 1. Mai wieder von Otjiwarongo flüchten mußte. Aus demselben Grunde hat man Hans v. Staff als Schwerkranken nach zehnstündiger Eisenbahnfahrt nach Grootfontein in das Lazarett gebracht. Dort ist er am 8. Juni gestorben. Der Gouverneur und die Beamten und Offiziere des Ortes haben ihrem Gouvernementsbeamten die letzte Ehre erwiesen. Den Menschen hat niemand dort recht gekannt.

Unter diesen Verhältnissen blieb ihm keine Muße, seine Beobachtungen über Südwest niederzuschreiben. Kurze Notizen von ihm liegen in Grootfontein. So bleibt wenigstens etwas von seinen Gedanken über die Geologie von Deutsch-Südwestafrika der Wissenschaft erhalten. Es waren besonders morphologische Probleme, denen er nachging.

Wenn somit Hans v. Staff nicht einer feindlichen Kugel erlag, so ist er doch im fernen Afrika für das Vaterland gestorben. Den ganz außergewöhnlichen Anstrengungen, welche die doppelte Arbeit, die Wassererschließung für unsere kämpfende Truppe und die gleichzeitige Unbrauchbarmachung der Brunnen gegenüber dem eindringenden Feind an den Leiter der Bohrkolonne stellte, war sein Körper nicht gewachsen. Die Geologie hat also doppelte Veranlassung, ihres im Dienste der Wissenschaft und des Vaterlandes gefallenen Jüngers in Ehren zu gedenken.

Nachtrag zu v. Staff's Literatur-Verzeichnis:

Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1909. Beil.-Bd. XXVII. p. 461 ff.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Paralleloedersysteme und Röntgenstrahlen.

Von **J. Beckenkamp** (in Würzburg).

Mit 4 Textfiguren.

In seiner vor kurzem erschienenen Kristalloptik (vergl. dies. Centralbl. 1915. p. 701) wurde vom Verfasser der Nachweis geführt, daß die Schwerpunkte der Si-Atome der homogenen Teile des Quarzkristalls, d. h. der Quarzinpartikeln, ein deformiertes doppelt kubisches Raumgitter bilden, und daß alle Strukturbilder, welche die deformiert kubische Natur des Quarzes unberücksichtigt lassen (z. B. die von E. Mallard, L. Sohncke, W. H. Bragg und A. Schoenflies in Zeitschr. f. Krist. 1916. **55**. p. 346), die geometrischen Verhältnisse dieses Minerals nur unvollständig veranschaulichen und mit optischen Tatsachen in Widerspruch stehen.

Betrachten wir den Komplex eines Si-Atoms mit den beiden ihm zunächst benachbarten O-Atomen als ein chemisches Molekül, ohne dabei die Frage zu bejahen oder zu verneinen, ob diese drei Atome durch chemische Valenzen verbunden seien, so mag die durch den Schwerpunkt des Si-Atoms gehende Verbindungsgerade der beiden O-Atome „Molekülachse“ heißen. Die Richtung der Molekülachsen wechselt in dem vom Verf. abgeleiteten Strukturbilde des Quarzes in bestimmter Weise zwischen den vier Richtungen der Oktaedernormalen. Ein Komplex von vier in der Richtung einer beliebigen Oktaedernormalen unmittelbar aufeinanderfolgender Moleküle des doppelt kubischen Gitters umfaßt alle vier möglichen Orientierungen. Denken wir uns einen solchen Komplex umgrenzt von einem sechsseitigen Prisma, dessen Kantenlängen $\frac{1}{3}\,\delta_g$ und $4\,\delta_o$ sind, wenn δ_g den Abstand zweier Schnittpunkte des doppelt kubischen Gitters in der Richtung einer Granatoedernormalen g und δ_o den Abstand in der Richtung einer Oktaedernormalen o bedeuten, dann kann man sich die Quarzinmasse zusammengesetzt denken aus einer sehr großen Anzahl lückenlos aneinanderstoßender derartiger sechsseitiger Prismen; die Schwerpunkte (oder auch irgendwelche andere homologen Punkte) dieser Prismen bilden ein vierfach kubisches Gitter. Da es im regulären Raumgitter vier gleichwertige Richtungen o gibt, so kann man in verschiedener Weise die Längsrichtung der Prismen orientieren. Geschieht es nur in einer Weise, so legt man in die Anordnung eine Bevorzugung der einen Oktaedernormalen, welche dem kubischen Gitter an sich nicht zukommt.

Aus der Flächenbildung erkennt man (vergl. Fig. 1) als bevorzugte Richtungen beim Quarz die drei Nebenachsen, welche drei Granatoedernormalen g entsprechen, die Hauptachse, welche einer Oktaedernormalen o entspricht, die sechs Polkanten T der hexagonalen Grundpyramide (Kombination von + R und — R) und in geringerem Maße die drei Zwischenachsen, welche drei Leucitoedernormalen l entsprechen (vergl. p. 608 der Kristalloptik). In dem vorhin abgeleiteten hexagonalen Prisma kommt die Periode der in der Richtung der Hauptachse aufeinanderfolgenden Moleküle nach Abstand und Orientierung in der vertikalen Prismenkante zum Ausdruck; der Abstand der in der Richtung der Nebenachsen aufeinanderfolgenden Moleküle ist dagegen dreimal länger als die horizontale Prismenkante; für die Polkante T enthält das Prisma

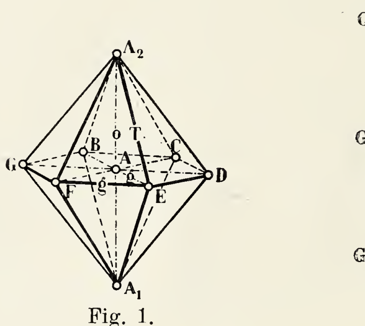


Fig. 1.

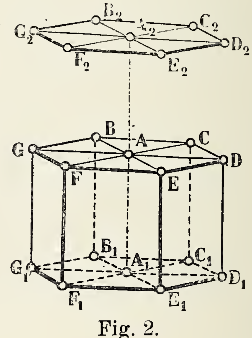


Fig. 2.

keine Bestimmungspunkte. Wenn also auch die periodische Wiederholung des Prismas nach dem vierfach kubischen Gitter den periodischen Bau der Quarzinmasse bezüglich der Anordnung und Orientierung der Moleküle zum Ausdruck bringt, so muß doch das Fehlen eines Ausdrucks für die wichtigsten Netzlinien als ein Mangel bezeichnet werden.

Um auch die Polkanten T in einem Paralleloedersystem zum Ausdruck zu bringen, muß man ein Vielfaches des vorigen Prismas als Elementarkörper wählen; der kleinste hierzu brauchbare Körper ist ein hexagonales Prisma mit der horizontalen Kantenlänge $9\,\delta_g$ und der vertikalen Kante $16\,\delta_o$, oder, wenn wir die Abstände der gleich orientierten Moleküle in dem doppelt kubischen Gitter mit d_g und d_o[1] bezeichnen, so sind die Kanten dieses Elementarkörpers $FE = 9\,d_g$ und $FF_1 = 4\,d_o$ (Fig. 2). Ist die Flächendiagonale

[1] In bezug auf diese Verhältnisse ist p. 588 der Kristalloptik des Verf.'s zu berichtigen: Zeile 18 von oben lies: „wäre $\lambda'_2 = \lambda_1$ cotg 30°" statt „wäre $\lambda'_2 = \lambda_1$ g cotg 30°", und Zeile 14 von unten lies: „da $4\,\mathfrak{o} = d_o$ und $3\,d_o = 11\,k\,\mathfrak{l}$", statt: „da $4\,\mathfrak{o} = 3\,d_o = 11\,k\,\mathfrak{l}$".

des elementaren Würfels, welcher das doppelt kubische Gitter des Quarzes bestimmt, $\mathfrak{g}_h$, dessen Raumdiagonale $\mathfrak{o}_h$, dann sind die Kanten des eben definierten Elementarkörpers $9\,\mathfrak{g}_h$ und $8\,\mathfrak{o}_h$.

Die Ebene A_2FE entspricht einer Fläche des Ikositetraeders 25O25, welches in bezug auf das für den Quarz unwichtige System der Hexaedernormalen das komplizierte Zeichen $\{1, 1, 25\}$ hat. Machen wir indessen die halbe Oktaederkante des zu dem doppelt kubischen System gehörenden Kubooktaeders zur Achse $\mathfrak{g}$, die Höhenlinie dieses Oktaeders zur Achse $\mathfrak{l}$ und den senkrechten Flächenabstand des Oktaeders zur Achse $\mathfrak{o}$, so erhält das genannte Ikositetraeder das einfache Zeichen $\{0, 4, 3\}$. Die Neigung der Flächen dieses Ikositetraeders gegen die (trigonale) Oktaedernormale ist $38^0\,30'\,10''$; die Neigung der Flächen des Grundrhomboeders des Quarzes gegen die (trigonale) Hauptachse $38^0\,13'$.

Die Verbindungslinie des Mittelpunktes A (Fig. 2) einer Basisfläche mit einem Eckpunkte, etwa E_1 der gegenüberliegenden Basisfläche, hat ungefähr, aber nicht genau, die Richtung und Länge der Polkante T des Quarzes, wenn die horizontale Kante E_1F_1 die Richtung und Länge der Nebenachse des Quarzes ist, und die Punktabstände genau den regulären Dimensionen entsprechen. Beim Quarz ist das Verhältnis der Länge der horizontalen Kante FE der hexagonalen Bipyramide zur Polkante T derselben Form $2 \times 0{,}3363 : 1$, also annähernd $2:3$; bei einer Bipyramide, welche genau die gleiche Neigung zur trigonalen Achse besäße wie die reguläre Form $\{1, 1, 25\}$, wäre das Verhältnis $2 \times 0{,}3382 : 1$; beim Quarz liegt also das Verhältnis dieser Kantenlängen zwischen dem genau regulären und dem einfachen numerischen Werte $2 : 3$; die reguläre Anordnung muß dementsprechend beim Übergange in die Quarzstruktur zur Erzielung einer größeren Annäherung an das Verhältnis $2:3$ entweder in der Richtung der Hauptachse des Quarzes eine Dilatation, oder, was beim Quarz aus anderen Gründen wahrscheinlicher ist, in den zur Hauptachse senkrechten Richtungen eine Kompression erfahren.

Sei A ein beliebiger Schnittpunkt des doppelt kubischen Gitters und ein Stab, welcher genau die Länge T der Polkanten des Quarzes besitzt, werde mit seinem einen Ende in A festgehalten, mit dem anderen nach allen möglichen Richtungen bewegt. Das bewegliche Ende wird dann ungefähr mit dem Punkte E_1 des genau regulären Gitters zusammenfallen, und da die Verbindungslinie AE_1 in einer Leucitoederebene AE_1A_1 des regulären Gitters liegt, für welche die Gerade AA_1 eine sechszählige Deckachse ist (vergl. Kristalloptik, p. 605), so kann das bewegliche Ende des Stabes auch mit derselben Annäherung mit fünf weiteren Punkten F_1, G_1, B_1, C_1, D_1 zur Deckung gebracht werden, und da die Gerade AA_1 tensoriell (biviktoriell) ist, so stehen in der gleichen Beziehung auch die sechs Punkte $B_2\,C_2 \ldots G_2$, und da endlich durch den Punkt A

vier gleichwertige Oktaedernormalen o gehen, so kann das bewegliche Ende des Stabes mit 48 Punkten des regulären Gitters mit der gleichen Annäherung zusammenfallen.

Soll das bewegliche Stabende mit einem oder mehreren Punkten des kubischen Gitters genau zur Deckung gebracht werden, so muß man das Punktsystem, wie schon erwähnt, in den Richtungen AB, AC und AD komprimieren. Werden auf diese Weise die Abstände der Punkte $B_1 \ldots G_1$ und $B_2 \ldots G_2$ von A genau auf die Größe T gebracht, dann ist dies aber nicht gleichzeitig für die übrigen 36 Punkte möglich. Das reguläre Gitter wird dadurch deformiert, es wird trigonal; die Richtung AA_1 wird Hauptachse. Die Deformation der regulären Anordnung zu einer trigonalen wird also veranlaßt durch die Annäherung der Abstände AB_1 usw. an den Wert $\frac{3}{2}$ AB (vergl. Kristalloptik, p. 604).

Die Punkte $A \ldots G$, $A_1 \ldots G_1$, $A_2 \ldots G_2$ bestimmen sowohl vor als nach der Deformation ein dreiseitig prismatisches Raum-

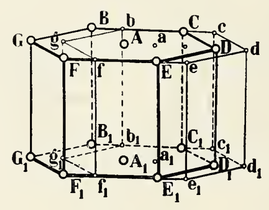


Fig. 3.

gitter. Jede durch irgendeinen dieser Gitterpunkte gelegte Vertikale ist sechszählige Hauptachse für die Punkte des dreiseitig prismatischen Gitters, aber nicht für alle Punkte des deformiert regulären Gitters. Gehen wir von irgendeinem Punkte A des deformiert regulären Gitters aus und suchen alle Punkte des deformiert regulären Gitters auf, welche von A genau den Abstand T haben, und von den so bestimmten Punkten wieder alle anderen Punkte, welche von diesen genau den Abstand T haben usw., so erhalten wir ein ganz bestimmtes, dreiseitig prismatisches Gitter, dessen Schnittpunkte ein Teilsystem des deformiert regulären Gitters bilden. Nun liegen aber auf jeder Kante g zwischen zwei benachbarten Punkten, etwa A und D, des dreiseitig prismatischen Gitters, noch acht andere Punkte des deformiert regulären Gitters, von welchen zwei in Fig. 3 angedeutet sind. Zu jedem dieser 8 Punkte gehört ebenfalls ein dreiseitig prismatisches Gitter; in Fig. 3 ist neben dem Gitter der Punkte A etc. mit schwächeren Linien auch das zu a gehörende dreiseitig prismatische Gitter angedeutet. Die durch einen Punkt A oder B usw. gehende verti-

kale Gerade ist sechszählige Deckachse nur für das System der Punkte A, B etc., und jede durch einen Punkt a (oder b usw.) gehende vertikale Gerade ist sechszählige Deckachse nur für das System der Punkte a (oder b usw.). Bei einer Drehung um 180^0 kann also nur dasjenige dreiseitig prismatische Punktsystem wieder mit sich selbst zur Deckung kommen, durch dessen Gitterpunkte die Drehungsachse gelegt wird.

Sämtliche Quarzkristalle enthalten mehr oder weniger Partien, welche zu den übrigen nach dem Dauphinéer Gesetze: Zwillings(Drehungs)achse ist die Hauptachse, verzwillingt sind. Es kann also dabei nur ein dreiseitig prismatisches Teilgitter über die Zwillingsgrenze hinaus homogen bleiben, die anderen Teilgitter erleiden an der Zwillingsgrenze eine Diskontinuität. Das an der Zwillingsgrenze homogen bleibende dreiseitig prismatische Teilgitter ist vor den anderen bevorzugt. Zwischen den Punkten A und A′, B und B′ liegen ebenfalls noch eine Reihe von (15) anderen Punkten des kubischen Gitters, aus welchen das vorhin genannte Zwillingsgesetz keine Auslese zur Folge hat.

Das Zwillingsgesetz nach dem Dauphinéer Gesetz scheint mit einer Teilbarkeit nach dem vertikalen Prisma in Verbindung zu stehen. Nun kennt man außer dieser noch eine andere, nach den Flächen des Rhomboeders; diese ist am deutlichsten, wenn Zwillingslamellen nach dem Brasilianer Gesetz erkennbar sind. Es ist also denkbar, daß die Teilbarkeit nach den Rhomboederflächen überhaupt mit äußerst feinen, sich der Wahrnehmung entziehenden Lamellen nach diesem Gesetz in Verbindung steht. Eine derartige Sonderstellung einer Rhomboederfläche hat eine Gliederung der 16 übereinanderliegenden Punkte des regulären Gitters zur Folge. In der rhomboedrischen Grenzfläche liegt nur einer dieser Punkte, und wenn wir voraussetzen, daß alle Zwillingsgrenzen nach diesem Gesetz so liegen, daß immer diejenigen Punkte in ihnen enthalten sind, welche zu dem gleichen System mit der Periode $16\,\delta_o$ gehören, dann folgt aus der gleichzeitigen Zwillingsbildung nach dem Dauphinéer und nach dem Brasilianer Gesetz die Bevorzugung eines einzigen Systems mit der Periode $9\,\delta_g$ in der Richtung der Nebenachse, der Periode $16\,\delta_o$ in der Richtung der Hauptachse und der Periode T in der Richtung der Diagonalen, also desselben dreiseitig prismatischen Gitters, welches vorhin durch das entsprechende hexagonale Prisma bestimmt wurde.

Wir können die drei genannten größeren Perioden statt auf die Einlagerung von Zwillingslamellen auch auf eine rein physikalische Ursache zurückführen; der von den Endpunkten dieser Perioden umgrenzte Raum gewinnt dann die Bedeutung einer höheren Einheit, gewissermaßen mit dem Charakter eines Indivi-

duums oder einer Zelle, und stellt das dar, was von Haüy[1] als integrierendes Molekül, von v. Fedorow[2] als Paralleloeder und häufig auch als „Kristallmolekül" bezeichnet wird. Die innere Struktur ist beim Quarzinparalleloeder asymmetrisch, und wir müssen rechte und linke Strukturen unterscheiden.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Quarzinmasse an sich keine optische Drehung bedinge, versuchte man, diese beim Quarz durch spiraligen Aufbau von Quarzinpartikeln zu erklären. Es sollte die Quarzinmasse in drei um 120° um die vertikale Achse gedrehten Orientierungen in genau regelmäßiger Folge nach den drei Flächen des Rhomboeders verwachsen. Nun besitzt aber die vom Verf. für die Quarzinmasse abgeleitete und oben angedeutete Struktur schon an sich ein optisches Drehungsvermögen, welches nur infolge der gleichzeitigen Doppelbrechung des Quarzins sich der Beobachtung entzieht. Wird die Doppelbrechung durch Aggregierung submikroskopischer Quarzinpartikel in drei um 120° gegeneinander gedrehten Orientierungen für Strahlen parallel zur Drehungsachse kompensiert, so wird für diese Strahlen die „reine optische Drehung" wahrnehmbar. Eine spiralige Verwachsung nach den Rhomboederflächen ist dann nicht mehr erforderlich, und bei der ausgesprochenen Neigung des Quarzins zur Faserbildung nach der c-Achse auch nicht wahrscheinlich. Viel näher liegt die Annahme, die auch durch die Beobachtung an verwachsenen Quarzinfasern bestätigt wird, daß sich die einzelnen Fasern mit paralleler Längsrichtung, aber um diese um 120° gegenseitig in unregelmäßiger Weise (doch so, daß im ganzen keine Orientierung vor den anderen bevorzugt wird) gedreht, nebeneinander legen.

Bei der Verwachsung der Quarzinfasern nach dieser wohl am besten als „Quarzingesetz" zu bezeichnenden Form bleibt das System der sämtlichen Si-Atome, wenn wir von der geringen Deformation in der Ebene der Basis (vergl. Kristalloptik, p. 589), welche den Quarzin optisch zweiachsig macht, absehen, über die Verwachsungsflächen hinaus homogen, aber an jeder Verwachsungsstelle inhomogen in bezug auf die Achsenrichtung der Moleküle. Setzen wir voraus, daß auch dem Atom eine bestimmte Form zukomme und daß die Achsenrichtung des SiO_2-Moleküls an eine bestimmte Richtung des Si-Atoms gebunden sei, dann müßten die in den Grenzflächen von Zwillingen liegenden Si-Atome sich gleichzeitig den Si-Atomen der beiden angrenzenden Quarzinindividuen parallel stellen; da dies jedoch nicht möglich ist, so liegt die Vermutung nahe, daß die in den Grenzflächen liegenden Knotenpunkte des Systems der Si-Atome gar nicht mit Si-Atomen besetzt sind. Es bleiben also in den Grenzflächen schmale Räume von der Dicke

[1] Vergl. Erster Teil. p. 33.
[2] Ebenda. p. 147.

des Volumens eines Si-Atoms offen, welche bei dem Quarzingesetze der Hauptachse des Quarzes parallel gehen. Diese ermöglichen den Transport von Atomen mit kleinerem Volumen (z. B. Na und Li), gestatten aber nicht den Durchgang von Atomen (z. B. K), deren Volumen größer ist als das des Siliciums. Da die einzelnen Quarzinpartikel des Quarzes submikroskopisch sind, so kann das Metall Na in der Quarzmasse gewissermaßen wie in einem Lösungsmittel gelöst erscheinen. Die Teilbarkeit nach den Zwillingsgrenzen wird hiernach außer durch die Diskontinuität des Gesamtsystems auch durch das Fortfallen derjenigen bevorzugten Atome veranlaßt, deren Knotenpunkte in den Zwillingsgrenzen liegen.

Beim Tridymit führen die gleichen Betrachtungen zu einem Paralleloeder, welches ein hexagonales Prisma mit den Dimensionen $6\,\delta_g$ und $16\,\delta_o$ oder $3\,d_g$ und $16\,d_o$ bildet. Die Flächenausbildungen von Quarz und Tridymit unterscheiden sich wesentlich dadurch voneinander, daß beim Quarz die durch die Polkanten T bestimmten Zonen vorherrschen, während z. B. die die Richtung T nicht enthaltende Basis ganz fehlt oder doch nur von sehr untergeordneter Bedeutung ist. Beim Tridymit ist umgekehrt die Basis die Hauptfläche, während die Zone der Polkanten der Pyramiden nur von untergeordneter Bedeutung ist. Die vorherrschende Bedeutung von T beim Quarz und die untergeordnete Bedeutung der Polkanten der hexagonalen Grundpyramide beim Tridymit kommt auch noch in anderer Weise zum Ausdruck. Die Periode T bewirkt, wie zu Anfang nachgewiesen wurde, die Abweichung des Quarzes von regulären Dimensionen, also die Bevorzugung der einen Oktaedernormalen vor den drei anderen. Es ist beim Quarz kein Fall bekannt, daß etwa bei einem Zwilling die Hauptachse des einen Individuums der Richtung der einen Oktaedernormalen, die des anderen Individuums einer der drei anderen Richtungen der Oktaedernormalen entspräche. Beim Tridymit dagegen ist kaum ein Kristall zu beobachten, bei welchem das nicht der Fall wäre. Beim Cristobalit wiederholt sich dieser Wechsel sogar so häufig und innig, daß er (bei höherer Temperatur) regulär erscheint. Der die Bevorzugung nur einer Oktaedernormalen bedingende Einfluß der Polkanten der Pyramiden ist also beim Tridymit bezw. Cristobalit sehr gering, während die Richtung g hier eine größere Bedeutung gewinnt.

Wie beim Quarz so stellen auch bei den übrigen bisher von W. L. und W. H. Bragg untersuchten Kristallen die auf Grund der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen abgeleiteten Strukturbilder die Schnittpunkte des Systems der bevorzugten Paralleloeder, also nur Teilsysteme der Atomanordnungen, dar. So z. B. müßte das KCl nach W. L. Bragg holoedrisch regulär sein, während seine Zugehörigkeit zu einer meroedrischen Klasse doch kaum in Zweifel gestellt werden kann. Weitere sehr interessante Beispiele bilden

die rhomboedrischen Carbonate, welche im nächsten Band der Kristallographie ausführlicher besprochen werden sollen.

Aus dem Verhältnis der relativen Atomabstände zu den Atomgewichten schloß Verf. (Zeitschr. f. Krist. 1906. 42. p. 466 u. ff.), daß von den Atomen Schwingungen ausgehen, welche sich mit der Lichtgeschwindigkeit im Raume ausbreiten. Die von den einzelnen Atomen ausgehenden Wellen kommen miteinander zur Interferenz, so daß sich ein System von Knotenpunkten bildet, zwischen welchen stehende Wellen zustande kommen. Die Atome verhalten sich hierbei wie elastische Stäbe, deren Knotenpunkte festgehalten werden. Die Schwingungszahl eines transversal schwingenden elastischen Stabes ist $n = C \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{gE}{s}}$, wobei C eine Konstante, d die Dicke des Stabes in der Richtung der Primitivbewegung, l dessen Länge, g die Gravitation, E den Elastizitätskoeffizienten der Stabmasse und s deren spezifisches Gewicht bedeuten; n ist also von der Breite des Stabes unabhängig, d. h. Stäbe von sonst annähernd gleichen Eigenschaften, aber verschiedener Breite, haben annähernd gleiche Schwingungszahl, also annähernd gleiche Wellenlänge ihrer Eigenschwingung. Aus dem Verhältnisse der Atomgewichte zu dem relativen Atomabstande bei isomorph sich vertretenden Atomen kann man also schließen, daß diese sich verhalten wie Stäbe von annähernd gleicher Länge und Dicke, sowie gleicher Masse, aber verschiedener Breite. Entsprechend dem in der Kristalloptik des Verf.'s (p. 24) angedeuteten Prinzip ordnen sich die Atome so, daß die Knotenpunkte des Atoms mit Knotenpunkten des Systems der stehenden Wellen zusammenfallen. Ist λ (Fig. 4) der Abstand zweier benachbarter Knoten-

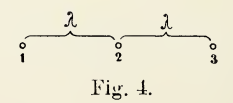


Fig. 4.

punkte, so liegen Knotenpunkte auch in den Abständen 2λ, 3λ etc.; der Punkt 3 kann sich aber nur dann gleichzeitig im Abstande λ vom Punkt 2 und im Abstande 2λ vom Punkt 1 befinden, wenn er mit 2 und 1 in einer geraden Linie liegt. Die gleichartigen Atome ordnen sich deshalb in geradlinigen Netzlinien. Eine Wellenbewegung, für deren Fortpflanzung die Netzlinien parallel zu den horizontalen Kanten g des Quarzes geeignete Punktabstände besitzen, muß auch auf Netzlinien parallel zu den Kanten T wegen des annähernden Verhältnisses 2 : 3 geeignete Punktabstände finden und umgekehrt. Die Netzlinien T und g sind deshalb für den Quarz die wichtigsten Strukturlinien.

Verf. setzt voraus, daß ebenso, wie alle Körper fortwährend von Wärmeschwingungen durchdrungen sind, welche die Atome

als Ganzes oszillatorisch bewegen, in den Kristallen auch stets Schwingungen mit außerordentlich viel kleineren Wellenlängen vorhanden sind, welche nicht die Atome als Ganzes, sondern die Teile des Atoms in gegenseitige Vibration versetzen, und deren Schwingungszahl den obigen Bedingungen entspricht, während die zugehörigen Wellenlängen nach obigem die (schon länger bekannte) Größenordnung der Atomabstände haben müssen. Diese kurzwelligen Schwingungen gehören wie die Wärmeschwingungen zum kinetischen Energieinhalt des Kristalls. Wie die Zunge einer Zungenpfeife jede beliebige Windbewegung, so wandeln nach Ansicht des Verf.'s die Atome im Kristallverbande einen Teil der fortwährend eintretenden und wieder aus dem Kristall austretenden Bewegungen in periodische, zu ihren Eigenschwingungen passende Bewegungen um und lassen die so entstehende kurzwellige Schwingung infolge der durch die Atomabstände bedingten Resonanz zu einer hohen Intensität anschwellen; während sich im Innern des Kristalls ein stationärer Zustand dieser Wellen herausbildet, verlieren sich die kurzwelligen Schwingungen sehr rasch, wenn sie den Kristall verlassen haben, so daß sie auch in nur mikroskopisch wahrnehmbaren Abständen vom Kristall unter normalen Verhältnissen nicht mehr nachweisbar sind.

Außer der Schwingung mit der Grundwellenlänge gehen von jedem Atom auch noch Wellen aus, deren Länge ein Multiplum der Grundwelle ist, und diese verschiedenen Wellenarten überlagern sich gegenseitig. Sehen wir von den Bewegungen der Atome infolge der eigentlichen Wärmeschwingungen ab, so liegen strenge Ruhepunkte nur da, wo die Knotenpunkte der kürzeren Wellen zugleich Knotenpunkte der multiplen Wellen sind. Diese Punkte bilden also bevorzugte Knotenpunkte. Vielleicht darf man voraussetzen, daß die bevorzugten Knotenpunkte auch den eigentlichen Wärmeschwingungen ein größeres Beharrungsvermögen entgegensetzen. Sie bedingen deshalb bei der Durchleuchtung der Kristalle mit Röntgenstrahlen die schärfsten Interferenzpunkte.

Vorstehende Betrachtungen führen zu folgenden Definitionen:

Wirksame Netzlinien nennt Verf. solche Geraden in einem Kristall, auf welchen die Abstände der Atomknotenpunkte in einem annähernd einfachen Verhältnisse zu den Wellenlängen der Atomeigenschwingungen stehen.

Eine Kristallfläche enthält zwei oder mehrere wirksame Netzlinien.

In einem Zwillingskristall bleibt ein Teilsystem der Atomknotenpunkte über die Zwillingsgrenze hinaus homogen, und dieses bestimmt somit auch ein über die Zwillingsgrenze hinaus homogen bleibendes bevorzugtes Paralleloedersystem.

Die Zwillingsgrenzen enthalten ein Maximum von Knotenpunkten des bevorzugten Paralleloedersystems und stehen zur Zwil-

lingsebene senkrecht, bezw. zur Zwillingsachse parallel; die Knotenpunkte des bevorzugten Paralleloedersystems bestimmen bevorzugte Netzlinien.

Betrachten wir die ditrigonal-skalenoedrische Klasse als eine Holoedrie, so hat das System der bevorzugten Molekülschwerpunkte holoedrische Symmetrie, während die Meroedrie durch das Gesamtsystem der Atome bedingt wird.

Als Verf. die Grundlagen der vorstehend angedeuteten kinetischen Theorie der Kristalle aufstellte (1906), waren noch keine Wellenlängen von der postulierten Größenordnung nachgewiesen. Erst später (vergl. Kristalloptik, p. 483) wurde erkannt, daß die bereits 1895 entdeckten Röntgenstrahlen auf elektromagnetische Schwingungen von dieser Größenordnung zurückzuführen sind.

Während wir vorhin aus den Zwillingsgrenzen eindeutig auf das bevorzugte Paralleloeder mit den Perioden $9\,\delta_g$ in der Richtung g, $4\,\delta_o$ in der Richtung o und vor allem mit der Periode der Diagonalen T aus diesen beiden (nach Länge und Richtung) schlossen, erkennen wir nunmehr, daß Röntgenstrahlen mit den entsprechenden multiplen Längen das bevorzugte Paralleloedersystem und Röntgenstrahlen mit kürzeren Wellenlängen die Atomabstände des Gesamtsystems erzeugen.

Die Röntgenstrahlen mit multiplen Wellenlängen bestimmen somit Scharen von parallelen äquidistanten möglichen Zwillingsgrenzen. Aus der großen Zahl möglicher Grenzebenen einer bestimmten Schar bildet aber nur eine weit geringere, von Druck, Temperatur und Lösungsgenossen abhängige Zahl tatsächlich Zwillingsebenen.

Ganz ähnliche Verhältnisse, wie vorhin beim Quarz, wurden vom Verf. schon früher (Kristalloptik, p. 633 u. ff.) für den Pyrit abgeleitet. Der Teilbarkeit nach dem Prisma und dem Rhomboeder des Quarzes entspricht die Teilbarkeit nach dem Würfel und dem Pyritoeder des Pyrits; den bevorzugten Kanten T der hexagonalen Bipyramide des Quarzes entsprechen beim Pyrit die bevorzugten Kanten (in der Richtung l) des Tetrakishexaeders $\infty O2$. Wie beim Quarz das dreiseitig prismatische Raumgitter für die Si-Atome, so wird beim Pyrit durch die genannten Eigenschaften ein vierfach kubisches Raumgitter als bevorzugtes Teilsystem der Fe-Atome eindeutig bestimmt. Der Verwachsung der homogenen Quarzinpartikel in drei um die Hauptachse gedrehten Orientierungen zur Quarzmasse entspricht eine Verwachsung der asymmetrischen homogenen FeS_2-Masse um die vier trigonalen Achsen zur Pyritmasse, ähnlich wie beim Cristobalit.

Über Paläontologische Hypothesen; Zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung und Die Frage einer Teilung der Geologie—Paläontologie.

Von **W. Branca.**

Inhalt.

Teil I.

Bewertung einer Schmähschrift O. Jaekel's.
Zweck meiner Ausführungen.

1. Wissenschaftlicher Wert der zahlreichen paläontologischen Hypothesen O. Jaekel's.
   Schlußfolgerungen. Urteile von anderen Geologen--Paläontologen und von Zoologen über diese Hypothesen.
2. Jaekel's Behauptung vom angeblichen „Tiefstande" der Paläontologie bei uns. Verhältnisse in anderen Staaten.
3. Sollen, wie Jaekel will, größere paläontologische Sammlungen von den Institutssammlungen als „Museum" abgetrennt werden?

Teil II.

4. Wie sind in Deutschland die Aussichten für eine Teilung in der Geologie—Paläontologie?
5. Zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung; Urteile anderer Forscher.
6. Die notwendige Vorbildung der reinen Paläozoologen, Paläobotaniker und allgemeinen Geologen bei einer Teilung.
7. Verdrehungen meiner Worte durch Jaekel.

I.

Bewertung einer Schmähschrift Jaekel's.

Als vor etwa 14 Jahren L. Plate anderer wissenschaftlicher Ansicht Ausdruck gegeben hatte, als O. Jaekel sie vertrat, da glaubte Jaekel sich berechtigt, die Objektivität Plate's in dieser Sache anzweifeln zu dürfen, so daß Plate gezwungen war, eine Blütenlese dieser ungerechtfertigten Schmähungen seiner Person niedriger zu hängen [1].

Ganz dasselbe widerfährt nun Pompeckj und mir durch Jaekel [2], die wir in einer anderen wissenschaftlichen Frage anderer Ansicht sind als er. In dem vollständigen Unvermögen, etwas

---

[1] Biolog. Centralbl. 1903. p. 665.

[2] O. Jaekel, Zur Abwehr von Angriffen des Herrn J. F. Pompeckj gegen mich und meine Stellung in der Wissenschaft und in der paläontologischen Gesellschaft. 16 p.

Sachliches gegen die erst von mir[1], dann von Pompeckj[2] in ziemlich übereinstimmender Weise begründete Art und Weise einer etwaigen Teilung unseres Wissensgebietes vorzubringen, verwendet er gegen uns dieses vermeintliche Beweismittel der Verdächtigung unserer Sachlichkeit. An weitere und einflußreiche Persönlichkeiten verschickt, soll das seine Sache fördern[3]:

Das, was „Pompeckj und Branca“ und „gewiß auch manche deutsche Geologen befürworten“, so schreibt Jaekel, täten wir nur aus „persönlichen Interessen und Neigungen“. Pompeckj's Schrift über diese Frage sei „ganz besonders intrigant“. Pompeckj habe sich dem von mir eingenommenen Standpunkte angeschlossen, „was wohl kein Kenner der Verhältnisse anders erwartet haben wird“, womit natürlich O. Jaekel wiederum solche angeblichen persönlichen Beweggründe andeuten will. Dazu verdreht er wiederholt[4] Dinge, die ich in gar nicht mißzuverstehenden Worten geschrieben hatte, in ihr Gegenteil[5], und sucht mit der Behauptung von dem angeblichen „Tiefstand“ der Paläontologie in Deutschland zu schrecken und seine für die Historische Geologie verderblichen Pläne zu fördern. Ich komme später auf diese Dinge zurück.

Es geht aus diesem Verhalten Jaekel's gegen Plate wie gegen uns übereinstimmend hervor: Wer es wagt, in wissenschaftlichen Fragen anderer Ansicht zu sein als

---

[1] W. Branca, Über die Abtrennung der Paläontologie von der Geologie. Naturw. Wochenschr. von Potonié und Körber. Bei Fischer in Jena. 25. Neue Folge. 9. 1910. p. 113—115; —, Über das Verhältnis der Geographie zur Geologie—Paläontologie und die Frage einer Teilung der Geologie—Paläontologie. Zeitschr. der deutsch. geolog. Ges. 65. 1913. Monatsber. 11. 10 p.

[2] J. F. Pompeckj, Zum Streit um die Trennung der Paläontologie von der Geologie. Stuttgart, Schweizerbart, 1915.

[3] Jaekel sucht diese merkwürdige Art und Weise seines Vorgehens damit zu erklären, daß er zurzeit im Felde stehe, wo man die Worte nicht so wäge. Ich habe indessen bisher nur erfahren, daß es unsere Gegner sind, die in solcher Weise vorzugehen belieben, während die Deutschen sich solchen Tuns enthalten. Da ich selbstverständlich rein sachlich antworte, so bleibe ich auch bei der in Deutschland bei wissenschaftlichen, also rein sachlichen Arbeiten üblichen Methode, den Namen des Gegners ohne das „Herr“ zu nennen, das Jaekel Pompeckj und mir gegenüber anwendet.

[4] O. Jaekel, Über die Abgrenzung der Geologie und Paläontologie. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 66. 1914. Monatsber. p. 316—324.

[5] wie ich in Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 67. 1915. Monatsber. 4. p. 153—158 eingehender gezeigt habe in: W. Branca, Berichtigungen zu O. Jaekel's Aufsatz über die Frage einer Teilung der Geologie—Paläontologie. Hier ist auch der später mehrfach erwähnte Brief von Koken's abgedruckt.

Jaekel, dessen Sachlichkeit wird von ihm öffentlich verdächtigt, der wird von ihm beschimpft. Wenn Jaekel seiner persönlichen Würde so viel vergibt, so kann ihn niemand daran hindern. Ich aber vermag nicht, ihm auf dieses Gebiet zu folgen.

Ganz kurz und völlig unpersönlich will ich zunächst jene Schmähungen abtun. Leichtherzig schleudert Jaekel, der anderen Vorwürfe gar nicht zu gedenken, gegen uns den schwersten Vorwurf, den man einem Gelehrten machen kann: In einer wissenschaftlichen Streitfrage aus persönlichen Gründen geurteilt zu haben, anstatt aus sachlichen. **Diese Anwürfe Jaekel's gegen uns sind — ich finde kein unpersönlicheres und passenderes Wort — ebenso unbegründet wie beleidigend.**

Gewiß gibt es viele Fragen, über die verschiedene Menschen, aus sachlichen Gründen, verschiedener Ansicht sein können. Aber in der vorliegenden Frage ist die Richtigkeit der von mir befürworteten und begründeten Ansicht ja auf der Hand liegend: Es ist so sonnenklar, 1. daß die Teilung zwischen einerseits Allgemeiner Geologie und andererseits Historischer Geologie + Paläontologie sachlich viel dringlicher ist — weil es sich um viel heterogenere Dinge handelt —, als die zwischen Geologie und Paläontologie; 2. daß die Historische Geologie der paläontologischen Forschung so zahlreiche Aufgaben zu stellen hat, daß sie auf das engste mit der Paläontologie verknüpft ist und auch dann bleiben muß, wenn eine reine zoologische bezw. botanische Paläontologie abgetrennt wird; 3. daß ein solcher reiner Paläozoologe (bezw. Paläobotaniker) dann aber in Zoologie (Botanik), Anatomie, Embryologie, Physiologie ebenso erfahren sein muß wie ein Zoologe (Botaniker).

Ich sage, das alles ist so sonnenklar, daß nur O. Jaekel diese unsere Ansicht als „aus persönlichen Interessen" hervorgegangen verdächtigen kann. Und eben darum, nicht aber aus irgendwelchen anderen, selbstsüchtigen, von Jaekel dunkel angedeuteten Gründen konnte sich auch Pompeckj auf gar keinen anderen Standpunkt stellen als den meinen; und eben darum auch ist Pompeckj nicht „ganz besonders intrigant", sondern nur rein sachlich verfahren; auch darin ferner sachlich verfahren, daß er auch den paläontologisch arbeitenden Historischen Geologen neben den reinen Paläozoologen einen Einfluß auf die von Jaekel neu gegründete paläontologische Zeitschrift, allerdings sehr gegen Jaekel's Willen, zu sichern sich bemüht hat; auch darin endlich sachlich verfahren, daß er damit auch der nüchternen Forschung, gegenüber der Neigung Jaekel's zu gewagtesten Hypothesen, ihr Recht in dieser Zeitschrift zu wahren suchte.

Übrigens haben sich auch von Koken seinerzeit brieflich[1], G. Steinmann[2] und E. Daqué[3] in öffentlichen Schriften gegen die gänzliche Abtrennung der Paläontologie von der Geologie ausgesprochen, und nicht „manche“, wie Jaekel sagt, sondern wohl fast alle Geologen werden uns beipflichten. Ich komme darauf in Teil II zurück.

Zweck meiner Ausführungen. Wenn es sich nur um unsere Person handelte, würden wir die Achseln über Jaekel's Angriffe zucken, und damit wären Jaekel's Schmähungen abgetan. Aber hier handelt es sich um die Sache, um die Bedrohung der Historischen Geologie, die in paläontologischer Hinsicht zu einer bloßen Leitfossilienkunde herabsinken würde, wenn Jaekel's Pläne durchgeführt würden. Diese Gefahr aber liegt leider vor, denn er hat wiederholt bewiesen, daß er selbst maßgebendste Stellen für sich in Bewegung zu setzen versteht. So zwingt mich die Sache, trotz tiefer persönlicher Abneigung gegen weiteres Streiten, doch zu reden.

Teil I.

1. Wissenschaftliche Bewertung der zahlreichen paläontologischen Hypothesen Jaekel's.

Wenn Jaekel sich in dieser Frage so turmhoch über die Andersdenkenden stellt, daß er deren — wie jeder Fachmann sofort erkennt — aus rein sachlichen Gründen erfolgtes Urteil kurzerhand durch ausgesprochene persönliche Schmähungen vernichten zu dürfen wähnt, dann ist es wohl dem so Angegriffenen gestattet, zu prüfen, ob denn Jaekel's Leistungen auf dem Gebiete der reinen Paläontologie ihm eine alle anderen deutschen Forscher so überragende Stellung gewähren, daß er derartig gegen die Sache der Historischen Geologie auftreten darf; und zu prüfen, ob er als der berufene Wortführer in diesen die Geologie und Paläontologie so tief berührenden Fragen mit Recht angesehen werden darf oder ob das nicht der Fall ist.

---

[1] Siehe Anm. 5 p. 244.

[2] G. Steinmann, Geologie und Paläontologie an den deutschen Hochschulen. Geol. Rundsch. 1910. **1**. p. 42.

[3] E. Dacqué, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena 1915. p. 385. Anm. 2: „Ich könnte es also nur bedauern, wenn man daran gehen wollte, selbständige Lehrstühle für Paläontologie zu errichten, ohne daß gleichzeitig auch die Lehr- und Forschungspflicht für Stratigraphie und Paläogeographie damit verknüpft würde.“

Diese Prüfung aber wird mir um so mehr gestattet sein, als ja O. Jaekel, dessen Schriften mehr und mehr von Hypothesen kühnster Art erfüllt werden, gegen solche von Steinmann aufgestellten Hypothesen nachweislich in einer so schroffen und vernichtenden Weise sich ausgesprochen hat, wie sie schärfer gar nicht möglich ist[1].

Es liegt mir fern, den Wert der tatsächlichen Beobachtungen Jaekel's an den von ihm untersuchten fossilen Formen schmälern zu wollen. Sie stehen aber durchaus nicht höher als die tüchtigen Arbeiten zahlreicher anderer paläontologischer Forscher. Indessen, das ist nur die eine und namentlich die frühere Seite seiner wissenschaftlichen Tätigkeit; deren andere, in späterer Zeit sich mehr und mehr vordrängende Seite aber liegt, wie schon angedeutet wurde, auf dem Gebiete der Hypothesen und Spekulationen; und gerade in allerneuster Zeit tritt uns in seinem Buch über die Wirbeltiere zusammengefaßt eine überwältigende Fülle von solchen entgegen, in denen er oft das Gegenteil der Anschauungen lehrt, zu denen Zoologie und vergleichende Anatomie auf Grund doch wahrlich sorgsamer Untersuchungen gelangt sind, Hypothesen, die z. T. reichlich ebenso allen gewohnten Anschauungen ins Gesicht schlagen, wie jene soeben erwähnten, von Jaekel so sehr stark getadelten.

Aber seine Hypothesen sind nicht nur z. T. höchst gewagt, sondern sie zeigen auch nicht selten ein sehr lebhaftes Wechseln seiner wissenschaftlichen Anschauungen, so daß er dann heute das diametrale Gegenteil von dem lehrt, was er kurz vorher gelehrt hatte.

Dazu gesellt sich, besonders in dem Buche über die Wirbeltiere, noch eine ganze Anzahl von Ungenauigkeiten. Ich will nun einen Teil seiner Hypothesen hier kurz und mit seinen eigenen Worten vorführen, und zwar nur solche, deren Berechtigung er bis zur Gegenwart vertritt. Durch gesperrten Druck hebe ich einzelnes hervor von dem, was Jaekel gesagt hat; das erübrigt dann weitere Bemerkungen. Bei einem Teile der zitierten Stellen lasse ich kurze Bemerkungen folgen, die ich *durch anderen Druck* als *von mir* herrührend kennzeichne.

a) Hypothesen als Grundlage für phylogenetische Schlüsse.

Die Art und Weise, in der sich Jaekel die Entstehung gewisser neuer Formen vorstellt, geht aus seinen folgenden Worten hervor: „Wenn Formen ihre Lebensweise, durch äußere Momente bedingt, änderten, oder wenn einzelne Spezialisierungsprozesse tiefgehende Spannungen in der Harmonie der Teile bewirkten, dann erfolgen aus Jugendstadien heraus Umschläge der Organisation, mehr oder weniger plötzliche Ände-

[1] Dies. Centralbl. 1908. No. 15. p. 471.

rungen der Entwicklung, die ich als Metakinese bezeichnet und begründet habe[1].“ Es sind das also „Hemmungsbildungen“, „Rückschläge“, Reproduktionen atavistischer Zustände“ oder mit anderen Worten Vorgänge eines sekundären Stehenbleibens auf einem niederen Zustand‘ (‚miogenetische [epistatische] Rückbildungen‘), und sofern sie sprungweise Entwicklung ergeben, Metakinesen. „Metakinetische Änderungen“ sind eine „Umschüttelung“, eine fast gewaltsame, jedenfalls tief greifende Umgestaltung einer Form, die selbstverständlich nicht im erwachsenen Zustand derselben denkbar wäre, sondern nur in frühen Jugendstadien erfolgen kann, in denen die einzelnen Organe noch nicht histologisch spezialisiert sind und deshalb noch eine mehr oder weniger selbständige Plastizität besitzen[2].

Gegen solche und andere Anschauungen hat sich schon Plate *völlig vernichtend ausgesprochen*[3] *(s. p. 243).*

*Nur das Folgende sei noch kurz bemerkt: Embryonales Stehenbleiben, Stehenbleiben auf einem niederen Zustande, Hemmungsbildungen, Rückschläge und Reproduktion atavistischer Zustände sind doch durchaus nicht dasselbe, sondern streng feststehende, spezifische Begriffe. Unter Rückbildung versteht man z. B. ein Minderwertigwerden in Form und Funktion, z. B. des Larvenschwanzes bei der Entwicklung des Frosches; unter Atavismus aber das **Neu**erscheinen von Merkmalen der Voreltern bei ihren Nachkommen, wenn letztere normalerweise diese Merkmale nicht mehr besitzen; und sie sind nur dann embryonale Hemmungsbildungen, wenn der Embryo sie noch regelrecht vorübergehend zur Ausbildung bringt.*

b) Hypothesen über den Knorpel.

Weiter lehrt Jaekel, der Knorpel sei ein rein embryonales Gewebe, der Knochen entstehe phylogenetisch unmittelbar aus reinem Bindegewebe; und er folgert dann daraus, daß bereits die **Ur**wirbeltiere ein Knochenskelett gehabt hätten, und daß alle Wirbeltiere, die ein **Knorpel**skelett besitzen, von Tieren mit **Knochen**skeletten abstammen.

Er sagt in dieser Beziehung: „Der Knorpel hat nur eine embryonale Bedeutung, indem er sozusagen als billiges Surrogat provisorisch den Leistungen zu genügen sucht, die bei der Anlage der Organe, vor allem des Muskelsystems, an die

---

[1] Wirbeltiere. p. 4.

[2] Jaekel, Über verschiedene Wege phylogenetischer Entwicklung. Fischer, Jena 1902; Wirbeltiere p. 4 usw.

[3] Wissenschaftl. Wochenschr. 1902. No. 9. p. 101—103. Ferner Plate, Theoretische Streitfragen, eine Rechtfertigung meiner Kritik der Schrift von Professor Jaekel: Über verschiedene Wege phylogenetischer Entwicklung. Biolog. Centralbl. 1903. p. 665, 704, 741.

Knochen gestellt werden, und hat den Zweck, den Raum für die spätere Knochenanlage im Embryo zu reservieren und wird dadurch seiner phylogenetischen Bedeutung entkleidet. Den Knochen ging stammesgeschichtlich nur Bindegewebe voran." Auch die Chorda ist „nur ein provisorisches Gewebe, das sekundär in die Schädelkapsel eingedrungen zu sein scheint". Ferner heißt es, „die Skelettbildungen, die bei älteren Vertretern einzelner Fischklassen noch typische Knochenstruktur besitzen, verlieren diesen Charakter und bleiben entweder in einem knorpeligen Zustand (Placoidei oder Knorpelfische) oder nehmen, wie bei den Teleostiern, einen Chondroiden-Charakter an"[1]. Es gibt daher nach JAEKEL „eine miogenetische Persistenz des Knorpels" (1913); und Haie und Teleostier stammen deshalb nach ihm von reinen Knochenfischen ab[2].

Bisher ist es die allgemeine Ansicht der Zoologen (Anatomen) und Paläontologen, dass die Ontogenie in ihren Grundzügen häufig die Wiederholung der Phylogenie ist. Wenn also in der Entwicklung des Individuums beim Embryo sich ein knorpeliges Skelett bildet und darauf an dessen Stelle der Knochen tritt, so ist es wahrscheinlich, dass die Urwirbeltiere ein Knorpelskelett gehabt und erst die späteren Wirbeltiere ein Knochenskelett bekommen haben.

JAEKEL *stellt also diese Reihenfolge auf den Kopf, er lehrt das diametrale Gegenteil von dem bisher als richtig Erkannten. Wenn* JAEKEL'S *Anschauung berechtigt wäre, dann würde doch die Frage entstehen, woher denn die heutigen Embryonen ihr hoch entwickeltes Knorpelskelett haben? Das wäre nach seiner Anschauung ebenso schwer verständlich, wie es nach der bisher allgemein geltenden Anschauung leicht verständlich ist, und letztere Tatsache ist ein schwerwiegender Wahrscheinlichkeitsbeweis gegen* JAEKEL.

Gewiss, die Deckknochen sind nicht knorpelig vorgebildet. Aber die Verallgemeinerung dieser Tatsache auf alle Knochen, wenn auch natürlich denkbar — was alles wäre nicht denkbar? —, ist doch überaus kühn und wäre nur durch triftige Beweise zur Geltung zu bringen. Die inneren Knochen sind wohl stets oder zumeist knorpelig vorgebildet.

c) Hypothese über das Entstehen des knöchernen Binnenskelettes.

Nach JAEKEL ist das Binnenskelett der Knochentiere im wesentlichen durch die Einwanderung aus der Haut in das Innere entstanden. Wie die Schädelknochen und die Schlüsselbeine, so läßt er auch die Rippen von der Haut in das Körperinnere einwandern.

[1] Wirbeltiere p. 27.

[2] Vergl. auch: Über den Bau des Schädels. Verh. Anatom. Ges. 1913. p. 3, 4, 19.

„Eine Verschiebung dermaler Skeletteile in das Innere des Körpers ergibt sich unmittelbar aus nachstehender Zusammenstellung verschiedener Wirbel und Rippenformen (Fig. 3). Nicht der Dornfortsatz“ (der Schildkrötenwirbel, gewisser Dinosaurier usw.) „bildet einen Auswuchs der oberen Bögen, sondern die oberen oder das Paar oberer skulpturierter Platten“ (die Neuralplatten) „bilden den morphogenetisch ältesten und primären Teil der oberen Bögen, und diese letzteren, soweit sie nach unten reichen, sind absteigende, das Neuralrohr umfassende Fortsätze der Dorsalplatten.“ „Die sogenannten Costalia der Schildkröten sind nicht sekundär aufgelagerte Neubildungen der Haut, sondern sind die primären Teile der Rippen, die sich zuerst mit ihrem Kopf am Wirbel, dann auch mit ihrem übrigen Bogenstück immer tiefer in den Körper einsetzen, bezüglich durch die Intercostal-Muskulatur hineingezogen werden.“ Diese Anschauungen faßt er dann zusammen in den Worten: „Somit glaube ich, daß wir die prinzipielle Unterscheidung von Haut- und Innenskelett aufgeben müssen[1].“

In dieser Lehre schliesst sich Jaekel *nur der von* Klaatsch *und einigen anderen vorher angenommenen Vorstellung an, nach der das gesamte Skelett der Wirbeltiere, soweit es aus Knorpel und Knochen besteht, vom äusseren Keimblatte ausgeht: Eine Anschauung, die aber nach dem Widerspruche von* Rabl *und anderen keinen Anklang bei den Forschern in der Anatomie gefunden hat*[2]. *Es ist doch von* Jaekel *sehr gewagt, solche ganz unsicheren Dinge als gesichert oder auch nur als wahrscheinlich in die Paläontologie einführen zu wollen.*

Alle zurzeit massgebenden Zoologen und Anatomen unterscheiden jedenfalls bis jetzt auf Grund embryonaler und vergleichend anatomischer Untersuchungen ein im Mesoderm entstehendes Binnenskelett des Tieres und ein in der Haut nur zuweilen entstehendes Hautskelett, das unter Umständen zu dem zugehörigen Binnenskelett in enge Beziehungen treten kann.

Jaekel *behauptet also auch hier im Gegensatz zu fast allen Autoren, und ohne Beweise dafür bringen zu können, das diametrale Gegenteil, indem er sagt, dass das Binnenskelett unmittelbar von der Haut aus in das Innere eingewandert sei, also nicht im Mesoderm entstehe; obgleich es doch bewiesen ist, dass es sich anders verhält.*

Die Hypothese Jaekel's *führt aber folgerichtigerweise auch noch zu den folgenden Schlüssen: Bei Schildkröten und gewissen Dinosauriern sollen nach ihm die Neuralbögen der Rumpfwirbel (damit aber logischerweise auch diese Wirbel selbst) und die Rippen etc.*

---

[1] Über den Bau des Schädels. Verh. Anatom. Ges. 1913. p. 6.

[2] Morpholog. Jahrb. 1894 und Verh. Anatom. Ges. 1894, 1895.

vom Hautskelett aus in den Körper einwandern. Folglich müsste doch die Knochenschale dieser Tiere das primitive Skelett aller höheren Landwirbeltiere sein oder, weil es im wesentlichen ein Hautskelett ist, diesem sehr nahe stehen. Folglich also fängt nach JAEKEL's *Anschauung erst bei den Schildkröten eigentlich das Binnenskelett der höheren Wirbeltiere zu entstehen an. Diese unhaltbaren Folgerungen ergeben sich aus* JAEKEL's *Hypothese.*

d) Hypothese über direktes Atmen eines Gehirns.

Wohl noch niemand ist bisher auf die Vorstellung gekommen, daß das Gehirn der niederen Wirbeltiere ein eigenes selbständiges Atmungsorgan gehabt habe. JAEKEL aber spricht das aus. Er sagt in dieser Beziehung über einen fossilen Fischschädel: „. . . und bemerke zu der rautenförmigen Grube hinter den brillenartig gestellten Augen, daß ich sie für ein provisorisches Organ für den Stoffwechsel des Gehirns ansehe". Wie das gemeint ist, geht auch aus der Unterschrift der betreffenden Abbildung hervor, welche den Wortlaut hat: „Schädeldach eines silurischen Fisches, *Thyestes verrucosus* F. SCHMIDT; vorn eine unpaarige Nasengrube, dahinter die Augen mit der zwischen ihnen gelegenen Epidyse (Ausdruck JAEKEL's) dahinter ein medialer Durchbruch, in dem vielleicht ein Atemorgan des Gehirns lag." „Ein Organ, das möglicherweise zum direkten Gasaustausch des primitiven Gehirns gedient haben könnte, naturgemäß durch Vermittlung eines Gefäßgeflechtes an dem Dach des Gehirns [1]."

Mit demselben Rechte, mit dem JAEKEL *hier eine direkte Atmung des Gehirns bei diesem und gewissen anderen Fischen annimmt, könnte man ja auch annehmen, dass das Gehirn des Menschen nach der Geburt durch die Fontanellen des Schädels direkt atme und dass dann mit dem Schliessen der Fontanellen die Atmung aufhöre!*

Wie man auf zoologischer und anatomischer Seite über die hier oben mitgeteilten und andere Hypothesen JAEKEL's *geurteilt hat, geht auch aus der Diskussion hervor, die sich in der betr. Sitzung der Anatomischen Gesellschaft dem Vortrage* JAEKEL's *anschloss. So hat Herr* RÖTHIG *ausdrücklich Verwahrung eingelegt gegen „die Gefahr einer Märchenbildung innerhalb der Gesellschaft", dahin gehend, dass er etwa den Hypothesen* JAEKEL's *zugestimmt haben könne.*

Es ist wohl kein Zweifel, dass bei objektiver Abwägung diese Hypothese JAEKEL's *mindestens dasselbe Mass von — ich will höflich sagen — Unbegreiflichkeit besitzt, wie diejenigen von* STEINMANN *aufgestellten Hypothesen, über die* JAEKEL *so vernichtend den Stab gebrochen hat (p. 247).*

---

[1] Über den Bau des Schädels. Verh. Anatom. Ges. 1913. p. 9 u. 19.

e) Hypothese über das Entstehen der Fischflossen.

In dieser Beziehung äußert sich Jaekel in der folgenden Weise: „Ich glaube daher nicht, daß wir den historischen Ausgangspunkt der Wirbeltiere bei Anneliden oder Rotatorien zu suchen brauchen, sondern auch an höhere Crustaceen denken und deren Organe als Ausgangspunkt näherer Vergleiche mit denen der Wirbeltiere nehmen dürfen.“ Demzufolge vergleicht Jaekel die Schwimmbeine der Krebslarven im Naupliusstadium mit den Flossen der Fische. „Der Hauptunterschied läge dann nur darin, daß die Wirbeltierextremität distal geschlossen wäre, ein Vorgang, dessen Entstehung wohl eher bei laufender als bei schwimmender Funktion der Extremitäten zu erklären wäre[1].“

Jaekel *folgt hier einem Gedankengange, der einmal von englischer Seite eingeschlagen war, aber aus triftigen Gründen keine Gläubigen weiter gefunden hatte. Wohl nur* Jaekel *geht ihm nach. Er übersieht aber nur dabei, dass schon laufende Krebse keine Schwimmbeine besitzen. Aber der Hauptunterschied zwischen den Schwimmbeinen der schwimmenden Krebslarven und den Fischflossen liegt ja gar nicht darin, dass die letzteren „distal geschlossen sind“, sondern darin, dass die Naupliusbeine gespaltene Körperanhänge, verästelte reine Hautgebilde sind, die ein ihre Aussenseite umhüllendes Chitinskelett haben, wogegen die Fischflossen ein verästeltes knorpeliges oder knöchernes Binnenskelett besitzen, das in einer Hauttasche steckt, die aussen nicht durch ein Chitinskelett gestützt ist.*

Die von Jaekel *betonte angebliche Verwandtschaft zwischen den Schwimmbeinen jener Krebslarven und diesen Fischflossen ist mithin höchstens eine rein äusserliche Ähnlichkeit! Gerade auf solche äusserlichen Ähnlichkeiten aber hatte der von* Jaekel *so vernichtend kritisierte Kollege (p. 247) seine Spekulationen über den Zusammenhang der Tierformen gegründet. Aber es ist sogar fraglich, ob man hier auch nur von einer äusserlichen Ähnlichkeit sprechen darf, da, äusserlich betrachtet, dort die gespaltenen Füsse, hier die distal geschlossenen Extremitäten vorhanden sind.*

f) Hypothesen und wechselnde Anschauungen über die Gliedmaßen von Archaeopteryx, Pterosauriern und Vögeln.

Zunächst in einer Betrachtung über *Archaeopteryx* äußerte Jaekel sich in der folgenden Weise[2]: „Nach den neuesten Beobachtungen einerseits an Embryonalstadien lebender Vögel[3], andererseits an neuen Dinosaurierfunden von Halberstadt scheint mir kaum mehr zweifelhaft, daß der erste und zweite Finger reduziert werden, der dritte, mit schwacher

---

[1] Über die Bedeutung der paarigen Extremitäten. 1909. p. 723.

[2] Wirbeltiere. 1911. p. 168. Fig. 175 u. 189.

[3] Vergl. Barfurth, Anatom. Anz. 1911.

Beteiligung des vierten und fünften, das eigentliche Fingerskelett des Flügels bildet." „Hiernach würde *Archaeopteryx* noch das Dinosaurierstadium repräsentieren, aber auch darin nur graduell von den jüngeren Vögeln unterschieden sein." Auch die Unterschrift unter der von ihm gegebenen Figur lautet: „*Archaeopteryx lithographica*: An dem rechten Arm ist die dritte Zehe in normale Lage versetzt und die von mir vermuteten Finger IV und V mit punktierten Linien eingetragen."

In diametralem Gegensatz dazu lehrt Jaekel aber auf Grund seiner Dinosaurierfunde 1915[1]: „Wenn auch einzelne Forscher die Spezialisierung der Vogelorgane so überschätzten, daß sie glaubten, ihren Ausgangspunkt bei noch primitiveren Reptilien als den Dinosauriern suchen zu müssen, so können doch nur triadische oder jurassische Dinosaurier an den Ausgangspunkt der Vögel gestellt werden, und zwar solche, die wie die Vorfahren der Pterosaurier kleine Baumkletterer waren." „Sie standen den Plateosauriden nahe"; diese zieht Jaekel daher zum Vergleich heran und findet, daß bei *Archaeopteryx* und den Vögeln der erste bis dritte Finger die Federn tragen, also die funktionierenden sind. Ferner nimmt er nun für die Vögel einen rudimentären vierten Finger an, für *Archaeopteryx*, nach seiner Abbildung Fig. 6, einen vierten und fünften rudimentären.

Kurz vorher waren doch von Jaekel *der erste und zweite Finger für reduziert erklärt; jetzt sollen aber der erste bis dritte die Federn tragen, also der erste und zweite nicht reduziert sein.*

Die Abstammung der Vögel von niedrigstehenden, „kleinen, baumbewohnenden" Dinosauriern, denen die **jedenfalls grossen und nicht baumbewohnenden** *Plateosauriden angeblich nahestehen sollen, ist jedenfalls noch keineswegs so sicher bewiesen, dass man deshalb ohne weiteres die Vorderfussverhältnisse der Plateosauriden auf die der Vögel von Archaeopteryx übertragen kann. Tut man es dennoch, so ist die Hypothese eben eine überaus gewagte.*

Des ferneren sagt er: „Die Pterosaurier sind wohl die Nachkommen kleiner postpubicaler Dinosaurier."

Wo ist der Beweis für diese Hypothese?

Endlich äußert er sich dahin: „Die längeren Metatarsen der Pterosaurier lassen auf größere Hüpffähigkeit schließen[2]."

Warum denn? Solche sehr langen Metatarsen findet man nicht nur bei hüpfenden Tieren, sondern auch bei sehr gut laufenden, z. B. Pferden, Wiederkäuern, denen man doch wahrlich kein Hüpfen zuschreiben kann. Auch die Fledermäuse beweisen, dass flatternde Tiere nicht notwendig hüpfende sein müssen. (Fortsetzung folgt.)

[1] Jaekel, Die Flügelbildung der Flugsaurier und Vögel. Anatom. Anz. 48. 1915. p. 15.

[2] Die Flügelbildung der Flugsaurier und Vögel. Anatom. Anz. 1915.

Zur Geologie der Strophaden.

Von **Paul Oppenheim.**

(Schluß.)

Clanculus corallinus Gmelin.

Vergl. Sacco, Molluschi del Piemonte ecc. **21.** p. 21. Taf. III Fig. 1.
Locard, Coquilles marines des Côtes de France. p. 216. Fig. 191.
Weinkauff, Conchylien det Mittelmeeres. II. p. 350.
Bucquoy, Dautzenberg u. Dollfus, a. a. O. I. p. 409. Taf. L Fig. 1—4.

Mehrere leidlich erhaltene Exemplare, die, wie meist bei dieser Art, noch die Farbe erkennen lassen. Die Type ist nach Sacco vom Tortonien bis in die Gegenwart verbreitet.

Astralium (Bolma) rugosum Linné.

Sacco, I Moll. dei terr. terz. del Piemont ecc. p. 9. Taf. I Fig. 16—22.
Locard, Coquilles marines des Côtes de France. p. 203.
Weinkauff, Conchylien des Mittelmeeres. II. p. 346 u. 347.
Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus, a. a. O. I. p. 332. Taf. XXXVIII Fig. 1—11 (*Turbo rugosus* L.).

Diese häufigste, in allen Altersstadien vorhandene Art erreicht eine Höhe von 42 zu einem Breitendurchmesser von 50 mm. Es fanden sich auch die charakteristischen Deckel.

Rissoina Bruguieri Payr.

Weinkauff, II. p. 316.
Locard, a. a. O. p. 165. Fig. 141.
Sacco, a. a. O. **18.** p. 35.
Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus, a. a. O. I. p. 260. Taf. XXXIV Fig. 1—5.

Es sei mit Nachdruck bemerkt, daß auch hier die heute noch lebende Form vorliegt, die einzige, auch jetzt noch im Mittelmeere auftretende Rissoine, welche sich allerdings kaum verändert bis in das Miocän verfolgen läßt, nicht die ausschließlich pliocäne *R. pusilla* Brocc. [1].

Rissoa ventricosa Desm.

Weinkauff, a. a. O. II. p. 299.
Locard, a. a. O. p. 167.
Bucquoy, Dautzenberg u. Dollfus, a. a. O. I. p. 269. Taf. XXXI Fig. 11—15.
Sacco, a. a. O. **18.** p. 19.

Einige kleine Schalen von 5—6 mm Größe und 3 mm Breite. Die Art ist sehr häufig in der Litoralzone des Mittelmeeres. Sie

[1] Sacco, a. a. O. p. 35. Taf. I Fig. 98 und 98 bis.

findet sich auch im Oberpliocän von Rhodus und Sizilien; ihre Anwesenheit im Mittelpliocän, aus dem sie nur von Castelarquato, nicht aus dem Piemont zitiert wird, scheint nach SACCO recht zweifelhaft.

Cerithium (*Bittium*) *scabrum* OLIVI.

Vergl. WEINKAUFF, a. a. O. II. p. 161.

LOCARD, a. a. O. p. 121.

SACCO, a. a. O. **17**. p. 38. Taf. II Fig. 105—109 (*Bittium reticulatum* DA COSTA).

BUCQUOY, DAUTZENBERG und DOLLFUS, I. p. 212. Taf. XXV Fig. 1—27 (*B. reticulatum* DA COSTA).

Ein noch im Gestein steckendes Bruchstück mit vier Knotenreihen, am meisten an Fig. 107 bei SACCO erinnernd.

Die Form ist bekanntlich vom Miocän bis in die Gegenwart verbreitet, und zwar nach WEINKAUFF[1] „in Tiefen von 0 bis 180 Faden und in allen Medien vom reinem Seewasser bis zu fast süßem Wasser der Flußmündungen"; sie ist weit verbreitet im ganzen Mittelmeer und findet sich im Atlantischen Ozean von Norwegen bis zu den Azoren herab.

Cerithium (*Vulgocerithium*) *vulgatum* BRUG.

Vergl. SACCO, Moll. terr. terz. del Piemonte ecc. **17**. p. 6.

LOCARD, Coquilles marines de Côtes de France. p. 114.

WEINKAUFF, Conchylien des Mittelmeeres. II. p. 154.

BUCQUOY, DAUTZENBERG u. DOLLFUS, a. a. O. I. p. 198. Taf. XXII Fig. 1—15.

Ein Exemplar dieser im Pliocän wie in der Gegenwart so häufigen Form, welches etwa der von LOCARD als *C. subvulgatum* bezeichneten Form mit einer etwas geringeren Zahl von Nahtknoten angehören dürfte. Die Höhe beträgt 46, der Breitendurchmesser 15 mm.

Cerithium mediterraneum DESH.

WEINKAUFF, a. a. O. II. p. 443.

LOCARD, a. a. O. p. 115. Fig. 103 (*Cerithium rupestre* RISSO).

BUCQUOY, DAUTZENBERG u. DOLLFUS, a. a. O. I. p. 202. Taf. XXIII Fig. 1—8 (*C. rupestre* RISSO).

Zahlreiche Exemplare dieser an die var. *pulchella* des *Cerithium vulgatum* erinnernden Form, die lebend im Mittelmeere nach WEINKAUFF „in stillen Buchten und Tümpeln in der Nähe der Wassergrenze" auftritt.

Die Art liegt mir subfossil und rezent aus eigenen Aufsammungen in zahlreichen Stücken von der Piccola marina bei Capri, wie von Les Martigues bei Marseille vor.

---

[1] a. a. O. p. 163.

Nassa (Amycla) corniculum Olivi.

Weinkauff, a. a. O. p. 67.

Locard, a. a. O. p. 83.

Bucquoy, Dautzenberg und Dolleus, I. p. 56. Taf. XII Fig. 1—2.

Mehrere zwar stark abgerollte, aber doch nach sorgfältigem Vergleiche mit der lebenden Type dieser gut entsprechende Stücke.

Die Art ist in der Gegenwart sehr häufig. Weinkauff schreibt von ihr a. a. O. p. 68: „Eine höchst gemeine Art, die an Felsen und Klippen in der Nähe der Wassergrenze, selbst über diese hinausgehend, lebt.“ Sie scheint sich dagegen nicht unverändert in die geologische Vergangenheit hinein zu erstrecken. Ihr Auftreten im Pliocän ist höchst zweifelhaft. Bellardi erklärt[1], daß seines Wissens bisher im Tertiär des Piemont und Liguriens noch keine Form gefunden sei, welche sich restlos mit der lebenden Art vereinigen ließe. Die früher auf sie bezogenen fossilen Formen sind meist bei anderen Arten — zumal bei der *N. tumida* Eichw. — untergebracht worden.

Murex (Muricopsis) inermis Phil.

Philippi, Enumeratio molluscorum utriusque Siciliae. I. p. 209. Taf. XI Fig. 25 (*Murex cristatus* Brocc. var. *inermis*).

Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus, I. p. 19. Taf. I Fig. 5—6 (*M. Blainvillei* Payr.).

Locard, p. 99 (*M. inermis* de Monterosato).

Das Unikum mißt 13 mm in der Höhe und 6 in der Breite. Es entspricht durchaus der häufigen Mittelmeerart, d. h. der stachellosen, glatteren Form, welche früher als var. *inermis* des *Murex Blainvillei* galt und welche neuerdings wohl mit Recht spezifisch abgetrennt wird. Der pliocäne *M. cristatus* Brocc., zu welchem noch Weinkauff[2] unsere Art zieht, während Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus sie neuerdings scharf getrennt wissen wollen, kommt auch für die Identität mit unserer Form nicht in Frage. Ich bin in der Lage, diese in zahlreichen, von mir selbst vor Jahren bei Miramare gesammelten Exemplare meiner Sammlung vergleichen zu können.

Pollia Orbignyi Payr.

Weinkauff, a. a. O. II. p. 114.

Locard, a. a. O. p. 103. Fig. 92.

Bellardi, I moll. dei terr. terz. ecc. I. p. 181. Taf. XII Fig. 21 (*Pollia plicata* Brocc.)

Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus, a. a. O. I. p. 26. Taf. III Fig. 4—5.

---

[1] I Molluschi dei terreni terziarii ecc. III. p. 40.

[2] a. a. O. II. p. 89.

Das kleine, nur 10 mm hohe und 5 mm breite Stück entspricht noch mehr der lebenden Art als dem pliocänen *Murex plicatus* Brocc., was wohl im wesentlichen in den flacheren Nähten und der stärkeren Perlung der Längsrippen begründet ist. Im übrigen sind die Unterschiede zwischen beiden Formen kaum faßbare, und das Vorgehen zuerst von M. Hoernes[1] und später von Bellardi, a. a. O., beide Arten zusammenzuziehen, scheint mir daher durchaus berechtigt. Was Weinkauff a. a. O. dagegen anführt, ist nicht recht überzeugend. Ich finde weder in der Mündung noch im Verhältnis des Kanales zu dieser durchgreifende Unterschiede.

Columbella rustica L.

Weinkauff, a. a. O. II. p. 34.

Locard, a. a. O. p. 43. Fig. 30.

Bucquoy, Dautzenberg u. Dollfus, a. a. O. I. p. 71. Taf. XII Fig. 30—37.

Diese gemeine Form des Mittelmeeres ist auch hier häufig, aber meist abgerollt und ohne Farben. Sie sitzt gewöhnlich fest im Gestein.

Euthria cornea L.

Bellardi, Molluschi dei terr. terz. del Piemonte ecc. I. p. 190.

Weinkauff, a. a. O. p. 109.

Locard, a. a. O. p. 104.

Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus, a. a. O. I. p. 38. Taf. VI Fig. 6.

Ein verhältnismäßig kleines Stück von 32 mm Höhe und 16 mm Breitendurchmesser. Das Exemplar ist etwas gedrungen und der Siphonalkanal ziemlich kurz. Im übrigen stimmt es aber durchaus überein mit Exemplaren, welche ich aus Neapel besitze.

Mitra lutescens Lk.

Vergl. Weinkaufe, a. a. O. II. (*M. cornicula* L.).

Locard, a. a. O. p. 46. Fig. 33 (*M. lutescens* Lk.).

Bucquoy, Dautzenberg u. Dollfus, a. a. O. p. 117. Taf. XVI Fig. 10—13 (*M. cornicula* L.).

Ein Exemplar einer glatten, ziemlich großen *Mitra* von 23 mm Höhe und 8½ mm Breite.

Bei der auch nach den Angaben von Weinkauff hinsichtlich der Linné'schen Bezeichnung bestehenden Unsicherheit scheint es mir angebrachter, auf den durch Lamarck gegebenen Namen zurückzugreifen.

Bellardi und Sacco erwähnen die Type übrigens nicht aus dem Pliocän des Piemont. Nach Philippi und Weinkauff würde

[1] Fossile Mollusken des Wiener Beckens. II. p. 245.

sie sich im Pliocän von Sizilien finden. Nach den französischen Autoren lebt sie heute in der Litoralregion auf Felsen (a. a. O. p. 119).

Mitra tricolor Gmelin.

Vergl. Weinkauff, a. a. O. p. 31.
Bucquoy, Dautzenberg u. Dollfus, a. a. O. I. p. 119. Taf. XIV Fig. 28—31.
Locard, a. a. O. p. 49. Fig. 35.

Diese zierliche kleine Art liegt in einem Exemplare vor, das ich selbst aus dem Gesteine herauslöste. Sie ist fossil nicht sonderlich häufig und wird weder von Hoernes noch von Bellardi angegeben; auch Cocconi kennt sie nicht aus der Umgegend von Piacenza, während Philippi[1] sie aus dem Pliocän von Sizilien zitiert, wo sie anscheinend nur in den höheren Horizonten auftritt, und auch hier bleibt es noch zweifelhaft, ob es sich nicht um die nahverwandte, aber von Bucquoy, Dautzenberg und Dollfus abgetrennte *M. Savignyi* Payr. handelt.

Protula protula Cuv.

Vergl. Rovereto, Studi monografici sugli anellidi fossili. Palaeontographia italica. **10**. Pisa 1904. p. 46. Taf. III Fig. 12. — Derselbe, ebenda. **4**. 1899. p. 82. Taf. VII Fig. 1, 1 a.

Bruchstücke von Wurmröhren mit dünner, porzellanglänzender Schale und zarten, äußerlich nicht hervortretenden Anwachsringen glaube ich dieser lebenden Form zuzählen zu sollen.

Die Fauna, welche wir betrachteten, trägt ein durchaus modernes Gepräge; sämtliche Arten kommen noch heute im Mittelmeere vor, vielleicht mit Ausnahme der *Balanophyllia*. Nur *Haliotis lamellosa* Lk. unterscheidet sich durch ganz ungewöhnliche Entwicklung der Längs- und Spiralskulptur von den heutigen Vorkommnissen. Nach diesen fossilen Einschlüssen würde das Alter des Kalkes der Strophaden also höchstens als ein quaternäres zu bezeichnen sein, und man würde angesichts des Fehlens typisch nordischer Formen und der geringen Höhenlage des Sedimentes wohl nur an ein ganz jugendliches Quaternär zu denken haben. Ich hatte früher der fremdartigen *Balanophyllia* einen größeren Wert beigemessen und die kleinen Muriciden des Sedimentes auf pliocäne Arten zurückgeführt. Darauf stützt sich denn meine Bestimmung als Oberpliocän, als Äquivalent der Stufe von Rhodus, Kos und Tarent, welche auch bei Ponten[2] angenommen ist. Ich muß also diese Annahme hier ausdrücklich zurückziehen. Der Prozentsatz

---

[1] Enumeratio molluscorum Siciliae. I. p. 230 und II. p. 196.
[2] a. a. O. p. 228.

erloschener Formen, speziell auf Rhodus, ist ein derartiger, daß eine Altersgleichheit mit dem Kalke der Strophaden nicht vorliegen kann. Tarent ist vielleicht noch jünger als Rhodus, enthält aber immerhin doch noch einige sehr ausgesprochene Pliocänarten. An eine Altersgleichheit mit Ficarazzi bei Palermo zu denken, wird durch das Fehlen nordischer Arten auf den Strophaden erschwert. Allem Anscheine nach gehört unser Kalk einer Periode an, in welcher die Hauptintensität des Eiszeitphänomens bereits vorüber war und das Wasser des Mittelmeeres die heutige Wärme und den heutigen Salzgehalt bereits besaß. Seit dieser Zeit sind zwar faunistisch augenscheinlich keine größeren Veränderungen im Mittelmeerbecken erfolgt, wohl aber tektonisch ganz gewaltige Umwälzungen. Ihr gehören die gehobenen Strandlinien und Muschelabsätze auf Capri, Ischia[1], bei Puzzuoli[2] und an zahlreichen anderen Punkten des Mittelmeeres an. Ihr fällt auch wohl der größte Teil der Strandlinien des Peloponnes zu, welche Ph. Negris[3] bis in sehr bedeutende Höhe beobachtete und welche er durch ein Anschwellen des Meeres, nicht durch eine Bewegung des festen Landes, zu erklären versucht, eine Auffassung, welche wohl schon darin ihre kaum lösbaren Schwierigkeiten findet, daß bei einem Ansteigen des Mittelmeeres bis zu so bedeutenden Höhen und bei dem annähernden Gleichgewichtszustande der Meere untereinander der größte Teil Europas während der Eiszeit vom Ozean überschwemmt gewesen sein müßte. Die durch Negris[4] in einer Reihe zweifellos anregender Publikationen erörterte Frage der Veränderungen zwischen Meeres- und Landoberfläche in der jüngsten Vergangenheit des Mittelmeerbeckens dürfte aber jedenfalls nur an den Punkten zu lösen sein, wo Schollenbewegungen an Verwerfungsspalten nicht mit Sicherheit nachzuweisen sind. In Fällen, wie dem unsrigen, wo zweifellos Absenkungen stattgefunden haben, dürfte die Höhe der Strandlinie für die Altersfrage der jugendlichen Sedimente eine größere Bedeutung kaum beanspruchen. Sollte man indessen die Maße, welche Depéret und Caziot[5] an der Küste von Nizza beobachteten, auch für die Strophaden in Anwendung bringen wollen,

---

[1] Alex. Spada-Lavini in B. S. G. F. (II.) **15**. 1857—58. p. 362 ff.

[2] R. A. Philippi, Über die fossilen Seetierreste von Pozzuoli bei Neapel und auf der Insel Ischia. N. Jahrb. f. Min. etc. 1837. p. 285—292.

[3] La Régression quaternaire. Athènes 1912.

[4] Vergl. u. a. Contribution à l'étude des dernières régressions. B. S. G. F. 1906. p. 519. — Étude concernant la dernière régression de la mer. B. S. G. F. (IV.) **4**. 1904. p. 156 ff. und p. 591 ff. — Submersion et régression quaternaires en Grèce. B. S. G. F. (IV.) **8**. 1908. p. 318 ff. — Vergl. aber auch die kritischen Schlußbemerkungen von G. F. Dollfus, a. a. O. p. 441.

[5] Note sur les gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice. B. S. G. F. (IV.) **3**. 1903. p. 321 ff. cf. p. 343.

so würde hier bei einer Höhenlage von etwa 20 m das altquaternäre Niveau des *Strombus mediterraneus* und *Conus Mercati* vorliegen, d. h. der Muschelkalk dann etwas älter sein, als ich hier nach seiner Fauna annehmen zu müssen glaubte.

Die geologische Geschichte der Strophaden ist also etwa die folgende:

Das Skelett der Inseln bildet das untere Pliocän, dessen Schichten später aus ihrer horizontalen Lage bewegt, gehoben und wohl auch gefaltet werden. Während eines längeren Zeitraumes ist das Areal dem Meere entrückt und wird abgetragen. Vielleicht waren Sande des mittleren und oberen Pliocän einst vorhanden, die während dieser Periode der Erosion zum Opfer fielen. Es erfolgt dann im Jungquartär eine positive Bewegung, durch welche der Komplex von neuem dem Meere ausgeliefert wird. Es ist vielleicht anzunehmen, daß diese die Folge des Bruches oder Bruchsystemes war, durch welche die Verbindungen mit der messenischen Küste und mit Zante zerstört wurden und an ihre Stelle die heutigen, sehr bedeutenden, bis 1700 m erreichenden Tiefen[1] traten. Diese positive Bewegung war indessen nur von kurzer Dauer und reichte nur zum Absatz von bis 4 m Kalk. Sie wurde dann durch die negative Bewegung abgelöst, welche das Sediment bis zu einer Höhe von gegen 20 m aufwölbte und ihm zu gleicher Zeit die heute festzustellende Schichtenneigung gab. Seitdem haben Karenbildung und Schollenabbruch im Verein mit der Brandung und Unterspülung an der Verkleinerung des Areals gearbeitet, und die Inseln scheinen dem Untergange geweiht, wenn nicht eine Fortdauer der negativen Bewegung im Verborgenen ein Gleichgewicht schafft.

Besprechungen.

M. Born: Dynamik der Kristallgitter. (Fortschr. d. Math. Wissenschaften in Monogr. 4. 122 p. 1 Taf. Leipzig 1915.)

Im Vorwort und in der Einleitung erläutert der Verf. das hohe Ziel der neuen theoretischen Untersuchungen über die Eigenschaften der Kristalle.

„Die letzten Jahre haben in der Erkenntnis der Konstitution der Materie große Fortschritte gebracht. Das Ziel, alle Eigenschaften der Atome und Moleküle auf elektromagnetische Wirkungen zurückzuführen, scheint nicht mehr so unerreichbar wie kurz zuvor. Der Fortschritt ist von dem Augenblicke an zu rechnen, da man begann, die Quantentheorie auf die Vorgänge im Atome anzuwenden.

[1] Vergl. A. Philippson, Der Peloponnes. Geolog. Karte. Blatt II.

Die Bestrebungen gehen zumeist auf die freien Atome und Moleküle der Gase. Will man in entsprechender Weise die Vorgänge im festen, kristallinischen Zustande deuten, so stößt man auf ein großes Hindernis. Alle feineren Betrachtungen zerschellen daran, daß sich die Molekulartheorie der Kristalle trotz vieler Bemühungen noch im Urzustande befindet. Es war nicht einmal bekannt, ob die Gitterhypothese formal alle Kristalleigenschaften erklären kann."

„Die Vorstellung von der raumgitterartigen Struktur der Kristalle ist durch die Entdeckung Laue's (1912) vom Range einer sehr anschaulichen und wahrscheinlichen Hypothese zur physikalischen Gewißheit erhoben worden. Ursprünglich enthielt sich v. Laue aller näheren Aussagen über die Natur der Atomgitter. W. H. und W. L. Bragg (1913) haben dann Methoden angegeben, die Schlüsse auf die Art des Gitters zu ziehen erlauben. Als wesentliches Resultat allgemeiner Natur hat sich dabei herausgestellt, daß der Begriff des chemischen Moleküls im kristallinischen Zustande seine Bedeutung einbüßt; die Atome, nicht die Moleküle, sind die Bausteine des Gitters, und man kann mit gewissem Rechte den ganzen Kristall als ein einziges Molekül auffassen. Hierdurch wird nun wieder der Gedanke nahegelegt, daß die chemischen Kräfte, die in Flüssigkeiten und Gasen die Atome zu Molekülen verbinden, identisch sind mit den Kräften, die im kristallinischen Zustande die Atome im Gitterverbande festhalten."

„Die Natur dieser Kräfte ist uns heute noch fast unbekannt, und wir können daher weder die Frage beantworten, warum sich gewisse Atome gerade in diesen oder jenen Raumgittern zu stabilen Gleichgewichtslagen zusammenfinden, noch über solche physikalischen Eigenschaften der Kristalle etwas vorhersagen, die von dem Gesetze der Molekularkräfte wesentlich abhängen, wie Festigkeit, thermische Ausdehnung, Pyroelektrizität usw. Aber es gibt einige physikalische Eigenschaften, die sich ohne genaue Kenntnis des Kraftgesetzes aus der Gittertheorie ableiten lassen müssen, nämlich die, bei denen die Kristallpartikel nur so kleine Ausschläge aus ihren Gleichgewichtslagen machen, daß die dabei auftretenden Kräfte als lineare Funktionen der Verschiebungen angesehen werden können. Die wichtigsten dieser Erscheinungen sind die folgenden: 1. die Elastizität, 2. die Piezoelektrizität und ihr Umkehreffekt, 3. die dielektrische Erregbarkeit und Dispersion, 4. die spezifische Wärme, 5. die formale Kristalloptik, 6. die optische Aktivität."

„Es erhebt sich nun die Frage, ob die Gittertheorie der Kristalle imstande ist, von allen diesen Erscheinungen Rechenschaft zu geben. Da zeigt es sich, daß es merkwürdigerweise bisher nicht unternommen worden ist, eine einheitliche Kristallphysik auf atomistischer Grundlage aufzubauen. Wohl hat man versucht, die eine oder die andere Eigenschaft aus der Gitter-

theorie zu erklären; teils aber waren die Resultate zu eng und unbefriedigend, wie im Falle der Elastizität, teils zog man besondere Hypothesen heran, wie zur Erklärung der optischen Aktivität."

„Als erste Forderung an eine Molekulartheorie des festen Zustandes wird man stellen müssen, daß die Eigenschaft der regelmäßig gebauten Körper, der Kristalle, ohne Zusatzhypothesen aus der Gitterstruktur allein vollständig abgeleitet werden können."

„Ich werde zeigen, daß das tatsächlich für die aufgezählten einfachsten Eigenschaften möglich ist. Dabei muß natürlich das Gitter hinreichend allgemein angenommen werden. In Übereinstimmung mit den heutigen Vorstellungen über den Bau der Atome und Moleküle und mit unserer durch die Röntgenstrahlen vermittelten Kenntnis vom Bau der Gitter werden wir annehmen:

Die Kristallgitter bauen sich gesetzmäßig aus den einzelnen Atomen der chemischen Substanzen und aus Elektronen auf. Beide Arten von Partikeln treten im Gitterverbande gleichberechtigt auf und wirken aufeinander mit gleichartigen Kräften. Das Gitter besteht aus einer periodischen Wiederholung einer Gruppe von Atomen und Elektronen im Raume; diese Gruppe ist elektrisch neutral."

„Aus dieser Grundhypothese werden wir im folgenden die wichtigsten Tatsachen der Kristallphysik deduktiv ableiten."

„Die Gleichberechtigung von Elektronen und Atomen im Gitter ist vom dynamischen Standpunkte aus selbstverständlich. Die alte Auffassung, daß die Moleküle im Atomverbande ihre Individualität behalten, kann ja dynamisch nichts anderes bedeuten, als daß die Kräfte, die zwischen den Atomen eines Moleküls wirken, intensiver sind als die zwischen Atomen verschiedener Moleküle; dieser rein quantitative Unterschied wird durch die neue Auffassung von der Gleichberechtigung der Atome im Gitter sprachlich beseitigt. Ganz dasselbe aber gilt auch von den Elektronen. Ob im Gitterverbande ein Elektron dem einen oder dem anderen Atome zugehört, ist nur ein quantitativer Unterschied, nämlich hinsichtlich der Größe der Kraft, die es von dem einen oder dem anderen Atom erfährt. Selbst wenn die eine Kraft die andere ungeheuer überwiegen würde, wäre die Auffassung berechtigt, daß das Elektron nicht an ein einzelnes Atom gebunden ist, sondern ein selbständiges Partikel im Gitterverbande vorstellt. In jedem Falle ist diese Ausdrucksweise erlaubt, und sie ist vorzuziehen, weil dadurch eine einheitliche Auffassung gewonnen wird."

„An Stelle von Atomen würden wir besser von „positiven Atomkernen" sprechen, die nach Rutherford's Hypothese übrigbleiben, wenn alle Elektronen das Atom verlassen haben. Die

äußerst kleinen, schweren, positiven Kerne und die relativ großen, leichten, negativen Elektronen müssen nach der heutigen Kenntnis als Bausteine des Gitters betrachtet werden."

Unter diesen Gesichtspunkten behandelt der Verf. im ersten Teil die Mechanik der Kristallgitter — 1. innere Energie, 2. formaler Übergang zur Kontinuumstheorie (Elastizität und Piezoelektrizität), 3. freie Schwingungen des Gitters und Beweis der Richtigkeit jenes Überganges, 4. erzwungene Schwingungen des Gitters (der zur Piezoelektrizität reziproke Effekt, Kristalloptik, Dispersion und Reststrahlen), 5. ungeordnete Bewegungen der Kristallpartikel (mittlere Energie und spezifische Wärme). Im zweiten Teil beschäftigt er sich mit der Elektrodynamik der Kristallgitter — 1. Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen im Gitter, 2. Gleichungen für die Fortpflanzung langer elektromagnetischer Wellen, 3. Lösung und Diskussion der Schwingungsgleichungen für lange Wellen (Elastizität und Piezoelektrizität, Kristalloptik, Dispersion und spezifische Wärme, optische Aktivität).

Im Schlußwort setzt der Verf. die Ziele auseinander, die nach seiner Meinung die Gittertheorie der Kristalle weiter zu verfolgen hat.

„So befriedigend die Tatsache ist, daß man die wichtigsten Kristalleigenschaften aus der Gitterstruktur ohne neue Hypothesen ableiten kann, so ist doch das letzte Ziel der Theorie noch in weiter Ferne, nämlich die Zurückführung aller Kräfte zwischen den Partikeln auf elektrodynamische Wirkungen. Wir haben gesehen, daß die einfache und natürliche Annahme, im Gleichgewichte seien alle Partikel unter der Wirkung ihrer elektrostatischen Anziehungen und Abstoßungen in Ruhe, verworfen werden muß, weil ein solches System nicht stabil ist. Andererseits ermutigt die richtige Größenordnung des Betrages der elektrodynamischen Wirkungen zu dem Versuche, durch eine Abänderung der eben erläuterten Vorstellung über den Gleichgewichtszustand zum Ziele zu gelangen.

Der Weg, der dahin führen könnte, scheint mir derselbe, der auch bei den Modellen der Gasatome und Gasmoleküle in jüngster Zeit Erfolge gezeitigt hat. Der Gleichgewichtszustand darf nicht statisch, sondern muß dynamisch sein; es müssen stationäre Bewegungen im Gitter vor sich gehen, etwa in der Weise, daß Elektronen in geschlossenen Bahnen kreisen. Durch Rotationen lassen sich bekanntlich labile Zustände stabilisieren. Gleichzeitig würde man einen Angriffspunkt für die Anwendung der Quantentheorie gewinnen.

Das Ziel dieses Buches ist es, die Hindernisse aus dem Wege zu räumen, die dem Streben nach einer tieferen Erkenntnis vom dynamischen Wesen des kristallinischen Zustandes entgegenstehen."

Th. Liebisch.

M. v. Laue: Wellenoptik. (Encycl. d. Math. Wissensch. 5, 3. Heft 3. p. 359—487. Leipzig 1915.)

Der fünfte Abschnitt dieser ausgezeichneten Wellenoptik — „Interferenzerscheinungen bei Röntgenstrahlen“ — enthält eine neue Bearbeitung der in den „Fortschritten der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie“. 4. p. 43—72. 1914 veröffentlichten Abhandlung: „Die Sichtbarmachung des Raumgitters der Kristalle durch Röntgenstrahlen“. **Th. Liebisch.**

G. Linck: Chemie der Erde. Jena bei Gustav Fischer. 1914/1915.

Unter obigem Titel erscheint eine neue Zeitschrift, die bestimmt ist, Beiträge zur chemischen Mineralogie, Petrographie und Geologie zu sammeln und in zwanglos erscheinenden Heften zu veröffentlichen. Es werden nur Originalarbeiten aufgenommen, die noch nirgends anderswo erschienen sind, und zwar sollte beim Erscheinen des ersten Heftes (Juni 1914) außer der deutschen auch die französische und die englische Sprache zugelassen werden. Die letzten Bogen des Schlußheftes jedes Bandes von ca. 40 Bogen sollten Referate enthalten, aber nicht über Zeitschriftartikel, sondern nur über selbständig erschienene und dem Herausgeber eingesandte Werke. Erschienen sind bis jetzt drei Hefte mit dem folgenden Inhalt: 1. Heft. G. Linck: Über das Eozoon und die Ophicalcite; A. Ritzel: Über die Mischkristalle von Salmiak und Eisenchlorid; R. E. Liesegang: Photochemie der Erde; H. Küchler: Chemische und optische Untersuchungen an Hornblenden und Augiten aus dem Diorit-Gabbro-Massiv des oberen Veltlin. 2. Heft. P. Niggli: Probleme der magmatischen Differentiation; K. Dühring: Untersuchung einiger Grundproben aus dalmatinisch-istrischen Seen; R. Lang: Die klimatischen Bildungsbedingungen des Laterits; W. Meigen und R. Kummer: Beiträge zur Kenntnis der Gneise des südlichen Schwarzwaldes; K. E. Haase: Die Gauverwandtschaft der Ergußgesteine im Rotliegenden des nordwestlichen Thüringer Waldes. 3. Heft. J. Zoch: Über den Basenaustausch kristallisierter Zeolithe gegen neutrale Salzlösungen; A. Ritzel: Über die Bildung von Mischkristallen; H. Theobald: Beitrag zur Kenntnis metamorpher Gesteine aus der Umgebung von Pottiga—Sparnberg an der oberen Saale; O. H. Erdmannsdörffer: Über die Entstehungsweise gemischter Gänge und basischer Randzonen.

Über die einzelnen Abhandlungen wird an anderer Stelle besonders referiert werden. **Max Bauer.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ein alpines Vorkommen von Sapphirin.

Von **H. P. Cornelius.**

Anläßlich meiner geologischen Untersuchung der Albigna-Disgrazia-Gruppe besuchte ich im Juni 1914 das einsame Hochtal Val Codera, das von Novate Mezzola, südlich von Chiavenna, in die genannte Berggruppe hineinzieht. Dort fand ich auf dem sonst fast ganz aus Blöcken von Granit und Injektionsgneisen bestehenden Schuttkegel, welcher unmittelbar westlich der Ausmündung von Valle Spassato unter den Felswänden des Pizzo Brasciadega liegt, einzelne Blöcke eines höchst auffallenden Gesteins. Es enthält zahlreiche lichtrote, gerundete Granaten bis zu mehreren Zentimeter Durchmesser, sowie einzelne unregelmäßig geformte, ebenfalls recht große Orthoklase von gelblichweißer Farbe und sanidinartig frischem, glasigem Habitus, umgeben von einer mittelkörnigen Zwischenmasse, in welcher das unbewaffnete Auge neben reichlich vorhandenem dunklem Biotit, schwarzgrünen Stengeln eines Pyroxenminerals und lichtviolblauem, quarzähnlich brechendem Cordierit noch ein himmelblaues Mineral in unregelmäßigen Körnchen oder Leisten bis etwa 3 mm Länge erkennt. Das letztere, makroskopisch nicht mit Sicherheit zu bestimmen, gibt sich bei mikroskopischer Untersuchung als Sapphirin zu erkennen.

Gern hätte ich die in mehr als einer Hinsicht lückenhaften Beobachtungen über dieses Vorkommnis ergänzt, doch hat der Krieg meine dahinzielenden Pläne wie so viele andere vereitelt und läßt es ebenso fraglich erscheinen, ob dieselben überhaupt in absehbarer Zeit zu verwirklichen sind. So halte ich es denn für angebracht, nachdem die Auffindung jenes seltenen, bisher nur aus fernen Weltgegenden [1] bekannten Minerals inmitten unserer Alpen auf einiges Interesse rechnen darf, meine Beobachtungen darüber kurz mitzuteilen.

[1] Am bekanntesten ist das Vorkommen von Fiskernaes in Grönland, welches wiederholt, zuletzt von N. V. Ussing (Zeitschr. f. Krist. **15**. 1889. p. 596) bearbeitet wurde. Außerdem fand ich den Sapphirin in der Literatur nur noch von einem Punkte erwähnt: Itrongahy auf Madagascar (Lacroix, Min. de France etc. **5**. p. 73).

Der Sapphirin bildet einerseits die bereits erwähnten, schon dem freien Auge kenntlichen Individuen, welche, nach (010) taflig ausgebildet, im Dünnschliff meist schön umgrenzte, langgestreckte Querschnitte darbieten, wogegen die Schnitte // (010) weit weniger charakteristische Formen zeigen; andererseits finden sich in großer Anzahl meist kleinere, ganz unregelmäßig geformte, zerlappte und zerfetzte Gebilde, welche demselben Mineral angehören und sich bei genauerem Zusehen als aus zahlreichen kleinen Täfelchen zusammengesetzt erweisen. Die größeren Kristalle zeigen meist recht ebene Flächen; in der Regel sind sie von unregelmäßigen krummen, schief hindurchziehenden Rissen durchsetzt, doch schien mir in einem Falle eine, wenn auch schlechte Spaltbarkeit nach (010) wahrnehmbar. Die Farbe ist ziemlich intensiv, bei starkem Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ schmutzig gelblichweiß, $\mathfrak{b}$ hellblau mit Stich ins Schmutzige, $\mathfrak{c}$ schön himmelblau. Das starke Relief läßt auf eine Lichtbrechung von mehr als 1,7 schließen; dagegen ist die Doppelbrechung schwach, unter 0,01 — meine verhältnismäßig recht dicken Präparate zeigen im allgemeinen Grau, höchstens Gelb I. Ordnung, in Schnitten $\perp$ $\mathfrak{a}$ tiefblaue anormale Interferenzfarben. Die optische Achsenebene fällt zusammen mit (010); die Auslöschungsschiefe auf letzterer Fläche konnte ich nicht bestimmen in Ermangelung gut charakterisierter Randflächen. Der negative Achsenwinkel ist recht groß, mit starker Dispersion $v > \varrho$.

Die angegebenen optischen Eigenschaften stimmen im ganzen wohl überein mit denjenigen des bekannten Sapphirins von Fiskernaes in Grönland. Ich konnte mich gelegentlich einer Besichtigung von Präparaten dieses Minerals, welche mir Herr Prof. Wülfing in Heidelberg in dankenswerter Weise gestattete, von dieser Übereinstimmung persönlich überzeugen; nur ist die Farbe in meinen Schliffen bedeutend intensiver. Doch ist nach Ussing (a. a. O.) die Farbe auch des grönländischen Sapphirins ziemlich variabel. Auf Grund dieser Übereinstimmung halte ich mich für berechtigt, das hier beschriebene Mineral gleichfalls als Sapphirin zu bezeichnen — um so mehr, als kein anderes unter den bekannten Mineralien in Frage kommen dürfte. Sehr wünschenswert wäre freilich noch eine Analyse des Vorkommens; doch reicht für eine solche das mir zurzeit zur Verfügung stehende Material nicht aus.

Ein kurzer Blick nur sei hier auf die Begleiter des Sapphirins geworfen. Über die bereits eingangs erwähnten: Biotit, Orthoklas und den optisch vollkommen normalen Granat ist nichts weiter zu bemerken. Das gleichfalls schon genannte Pyroxenmineral gehört, wie das Mikroskop zeigt, der rhombischen Reihe an und ist wohl als Bronzit zu bezeichnen; es zeigt auffallend schlecht die prismatische Spaltbarkeit, wogegen die Spaltrisse nach (100) stets scharf und deutlich sind. Der Pleochroismus:

𝔞 rötlich, 𝔟 blaßgelblich, 𝔠 grünlich, starke Licht- und mäßige Doppelbrechung, die optische Orientierung: 𝔟 = a, 𝔠 = c, und der sehr große Achsenwinkel charakterisieren das Mineral. — Der ebenfalls schon makroskopisch erkennbare Cordierit unterscheidet sich im Dünnschliff von dem gleichfalls, wenn auch spärlich vorkommenden Quarz durch das Auftreten gelber pleochroitischer Höfe, sowie dadurch, daß seine — stets vollkommen klaren — Schnitte stets gleichmäßig ganz fein schwarz gepünktelt erscheinen, während die des Quarzes reihenförmig angeordnete Einschlüsse zeigen. Weiterhin ist Sillimanit reichlich in manchmal recht großen Stengeln vorhanden. Endlich ist noch ein wenig Plagioklas, anscheinend Andesin, zu erwähnen, sowie akzessorisch Zirkon und ganz spärlicher Magnetit.

Man wird vom chemisch-physikalischen Standpunkte aus kaum erwarten, daß diese sämtlichen Komponenten — zumal es sich um eine größere Anzahl von Mg- und Al-Silikaten handelt —, ein der Entstehung nach einheitliches System darstellen. Tatsächlich treten sie auch keineswegs gleichmäßig miteinander gemischt auf; vielmehr lassen sich deutlich eine Reihe von Mineralkombinationen unterscheiden, welche räumlich durchaus getrennt nebeneinander bestehen. Es sind die folgenden:

1. Biotit + Cordierit + Bronzit.

2. Sapphirin + Sillimanit + Cordierit ± Biotit. Diese beiden Kombinationen sind in dem Gestein der Menge nach vorherrschend.

3. Biotit + Cordierit + Bronzit + Sapphirin.

4. Granat + Biotit + Cordierit + Bronzit + Plagioklas.

5. Orthoklas + Plagioklas + Quarz (± Sillimanit).

Was uns an dieser Stelle besonders interessiert, ist das an die Kombination (2) und (3) gebundene Auftreten des Sapphirins. Was zunächst (2) betrifft, so sind da wiederum zwei verschiedene Strukturtypen vertreten. Bei dem einen findet sich ein zentraler, schön ausgebildeter Sapphirinkristall, umgeben von einer (nur selten fehlenden) schmalen Cordierithülle; darum schließt sich eine breite Schale von Sillimanit in mächtigen Spießen, manchmal annähernd radialstrahlig angeordnet, und gemischt mit etwas Sapphirin, Cordierit als formlosem Untergrund und nicht selten Biotit. Diese Schale wird wiederum umsäumt von etwas Sapphirin in Form der oben genannten zerlappten Aggregate, und endlich durch eine nur selten unterbrochene Hülle von Cordierit gegen die Gebiete der anderen Mineralkombinationen abgegrenzt. Der zweite Typus unterscheidet sich von dem oben beschriebenen dadurch, daß das zentrale Sapphirinkorn samt seiner Cordierithülle fehlt, wogegen der äußere Sapphirinsaum stärker entwickelt zu sein pflegt, und der Sapphirin in demselben gelegentlich auch in größeren und besser ausgebildeten Individuen auftritt. Übergänge zwischen beiden Typen kommen vor, indem das zentrale Sapphirinkorn gelegentlich an den Rand verschoben erscheint.

Kombination (3) ist eigentlich nur ein spezieller Fall von (1), welcher gewöhnlich in der Nachbarschaft der Grenze gegen (2) eintritt, indem zu der Kombination (1) einzelne wohl ausgebildete Sapphirinkristalle hinzutreten. Dieselben bleiben jedoch gewissermaßen Fremdlinge in ihrer Umgebung, von welcher sie fast durchgehends durch einen geschlossenen Hof von Cordierit geschieden sind.

Nur ganz kurz sei auf die übrigen Kombinationen eingegangen. (1) zeigt im allgemeinen normale Hornfelsstruktur, wobei die Pyroxene teilweise einsprenglingsartig entwickelt sind. (4) enthält die großen Granaten; dieselben zeigen sich im Dünnschliff stark zerlappt und zerfressen und umgeben von kelyphitartigen Zonen, welche aus unregelmäßig feinfaserigem Bronzit mit Untergrund von Plagioklas bestehen, jedoch noch kompliziert durch das Zwischengreifen von Cordierit und Biotit aus der Umgebung. Von besonderer Wichtigkeit ist (5). Dahin gehören einmal die großen, manchmal mit feinfaserigem Sillimanit durchwachsenen Orthoklase, ferner in Verbindung damit auftretende panidiomorph struierte Felder von Orthoklas, Quarz und etwas Plagioklas, endlich davon ausgehende, manchmal haarfeine Orthoklasadern, welche die übrigen Gesteinspartien durchdringen und in der unmittelbaren Nachbarschaft der sapphirinführenden Kombinationen, besonders der größeren Sapphirinkristalle, fast stets anzutreffen sind.

Ein Versuch, die Genese des Sapphirins klarzustellen, kann einstweilen nur mit Vorbehalt unternommen werden, solange weder das Anstehende unseres Gesteins bekannt ist, noch über dessen einzelne Bestandteile chemische Analysen vorliegen. Doch steht bezüglich des Vorkommens so viel fest, daß das sapphirinführende Gestein nirgends herstammen kann als aus der mächtigen Zone injizierter und eingeschmolzener Gneise, welche in Val Codera den Nordwestrand des Albigna-Disgrazia-Granitmassivs umhüllt[1]. Das ergibt sich aus der Lage der Blöcke jenes Gesteins. Daraus folgt mit allerhöchster Wahrscheinlichkeit, daß dieses selbst ebenfalls kontakt- bezw. injektionsmetamorpher Entstehung ist. Damit steht dessen Struktur in vollem Einklang: In (1) normale Hornfelsstruktur — hier liegt offenbar ein reiner, nicht pneumatolytisch beeinflußter Hornfels vor, wogegen (5) mit den feinen, weithin fortsetzenden Orthoklasadern ganz den Eindruck von injiziertem Material macht, und die sapphirinhaltigen Partien sowohl wegen ihren Beziehungen zu jenen Adern, als auch vermöge ihrer eigenartigen Struktur den Gedanken erwecken, daß es sich hier um unter Einwirkung pneumatolytischer Agenzien umgewandelte Bil-

---

[1] Vergl. H. P. Cornelius, Geologische Beobachtungen in den italienischen Teilen des Albigna-Diagrazia-Massivs. Geol. Rundschau. **6.** 1915. p. 166.

dungen handelt. Der Mineralbestand entspricht dieser Auffassung: (1) ist eine bekannte Kombination normaler Kontaktgesteine; sie entspricht der 4. Klasse der Kontaktprodukte der Ton—Mergelreihe nach der Klassifikation von V. M. GOLDSCHMIDT[1], nur mit dem Unterschied, daß in unserem Falle Plagioklas dieser Kombination gänzlich fehlt — wohl infolge von Mangel an Ca und Na im Ausgangsmaterial. Das gleiche gilt — wenn wir von dem Auftreten des Sapphirins zunächst absehen — für (3), und analog verhält sich auch (2): Die Kombination Sillimanit—Cordierit—Biotit könnte als normales Kontaktprodukt sehr wohl existieren. (4) muß mangels genauer Kenntnis der Zusammensetzung des Granats hier außer Diskussion bleiben.

Wie verhält es sich nun aber mit dem Sapphirin? Man könnte zunächst versucht sein, die Entstehung dieses so ungewöhnlich kieselsäurearmen Silikats zu erklären durch Annahme eines Ausgangsmaterials mit Gehalt an freiem Tonerdehydrat, also eines bauxitischen Tones. Die bereits angeführten Beziehungen des Auftretens des Sapphirins zu Bildungen von offenbar pegmatitischer Natur, ebenso wie die Lage des Vorkommens innerhalb eines Gebiets intensiver Injektionserscheinungen legen indessen die Vermutung nahe, daß jenes Mineral selbst sein Zustandekommen eher einer Mitwirkung magmatischer Exhalationen verdanken möchte. Man könnte etwa an eine Zufuhr von Tonerde denken, wenn auch die Annahme einer solchen — von Tonerde allein, ohne Kieselsäure, die doch sonst in der Regel bei der pneumatolytischen Stoffzufuhr die größere Rolle spielt — nicht eben viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Man könnte aber auch umgekehrt — und vielleicht mit mehr Recht — auf eine Wegfuhr von Kieselsäure, etwa unter Einwirkung HF-haltiger Dämpfe, als Bedingung für die Bildung des Sapphirins schließen, entsprechend dem Schema:

$$5\,Mg_2Al_4Si_5O_{18} + 2\,Al_2SiO_5 = 2\,Mg_5Al_{12}Si_2O_{27} + 23\,SiO_2.$$

Will man endlich die Kombination (2) im ganzen als durch Stoffentzug aus (1) entstanden deuten — eine Möglichkeit, die vielleicht am meisten für sich hat —, so muß man auch mit Abfuhr beträchtlicher Mengen MgO und eventuell von Alkalien (aus Biotit) rechnen. Die Kanäle, welche jenen Stoffentzug vermittelt hätten, wären sodann in einem späteren Stadium der Gesteinsbildung von pegmatitischer bezw. Orthoklassubstanz erfüllt worden.

Doch sind das alles einstweilen nur Hypothesen, deren Stichhaltigkeit von den Ergebnissen näherer Forschungen abhängt.

München, im Januar 1916.

---

[1] Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Vidensk. Selsk. Skrifter. 1911.

Geologie und Hygiene im Stellungskrieg.

Von Major z. D. **W. Kranz.**

Mit mehreren Textfiguren.

I. Die Kriegs-Sanitätsordnung.

„Die Frage der Gewinnung eines keimfreien Trinkwassers ist von jeher eine der wichtigsten der Hygiene und speziell der Militärgesundheitspflege gewesen. Für letztere mußte ganz besonders die Möglichkeit ins Auge gefaßt werden, der marschierenden Truppe an jedem Ort und in kurzer Zeit ein Wasser zu liefern, das jede Infektionsgefahr ausschließt und dabei schmackhaft und bekömmlich ist [1]." Das gleiche gilt für die an den Ort gebundenen Truppen im Stellungskrieg. Man sollte glauben, dieses Problem sei leichter zu lösen, aber die ungeheure Ausdehnung der Stellungskämpfe, wie sie der Weltkrieg auf allen seinen Schauplätzen zeitigte, hat auch auf dem Gebiete der Wasserversorgung zu Überraschungen geführt. Die weit verbreitete Anschauung, selbst im Stellungskampfe würden sich die Ereignisse schnell abspielen, ließ eine gründliche Friedensvorbereitung darauf vor dem Kriege als zu weitgehend erscheinen.

Dementsprechend sind fast alle dienstlichen Vorschriften und wissenschaftlichen Veröffentlichungen hierüber vor dem Kriege in der Hauptsache auf den „frischen fröhlichen Bewegungskrieg" zugeschnitten, auf eine schnelle Kampfhandlung, die eingehende Untersuchungen und zeitraubende Arbeiten zur Wasserversorgung der Truppen nicht gestatten würde.

Die Kriegs-Sanitätsordnung[2] vom 27. Januar 1907 (Ziff. 23) läßt den Armeearzt die Verwendung der fahrbaren Trinkwasserbereiter im Operationsgebiet regeln, den Etappenarzt (Ziff. 193) im Etappengebiet[3]. Stehen in wasserarmen Gegenden Gefechte bevor, so regelt der Korps- bezw. Divisionsarzt die Wasserversorgung des Hauptverbandplatzes und der Feldlazarette (Ziff. 34, 47, 124, 406). Allgemein sollen die beratenden Hygieniker in Fragen der Trinkwasserversorgung und Abwässerbeseitigung ihre Vorschläge machen, soweit gesundheitliche Erwägungen in Betracht kommen, und ärztlicherseits ist die Trinkwasserversorgung sowie die Beseitigung der Abwässer und Abfallstoffe besonders zu überwachen (Ziff. 196, 355). Bei

---

[1] Dr. Hetsch, Über den heutigen Stand der Frage der Trinkwassersterilisation durch Chemikalien. Gedenkschrift für R. v. Leuthold. I. Berlin 1906. p. 205.

[2] Im folgenden abgekürzt: „K.S.O.".

[3] Vergl. auch die Anlagen zur K.S.O. vom 27. Januar 1907, Ziff. 299, p. 69 f.

Krankentransporten muß an allen Haltepunkten gutes Trinkwasser bereitgehalten werden, Wasser zweifelhafter Herkunft ist abzukochen, auf jedem Krankentransportschiff soll ein genügend großer und gesundheitlich einwandfreier Wasserbehälter untergebracht und bei allen sich bietenden Gelegenheiten frisch gefüllt werden (Ziff. 236, 287). Reines, gesundes Trinkwasser soll klar, frei von gesundheitsschädlichen Stoffen und Krankheitskeimen sein und erfrischend schmecken (Ziff. 393). „Ob sich ein Wasser zum Genuß eignet, wird durch Besichtigung der Wassergewinnungsanlagen (Lage, Zufluß von Verunreinigungen), durch grobsinnliche Prüfung (Aussehen, Geruch), durch Ermittlung der Herkunft des Wassers, durch physikalische, chemische, mikroskopische und bakteriologische Untersuchung festgestellt" (Ziff. 395). Hierzu geben die „Anlagen zur K.S.O." in Ziff. 1—32, p. 1—5, eingehende Anweisungen über die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Trinkwasseruntersuchung beim Operationsheere[1]; die chemische Untersuchung erfolgt danach bei der Sanitätskompagnie und dem Feldlazarett durch den Oberapotheker, die mikroskopisch-bakteriologische im Felde durch den Hygieniker beim Korpsarzt pp. Die K.S.O. rechnet also hier schon damit, daß zur Trinkwasseruntersuchung auch im Kriege unter Umständen Zeit verfügbar ist, sogar zur Ermittlung der Herkunft des Wassers, die ja nur durch geologische Methoden einwandfrei erfolgen kann. Ohne solche wird man z. B. nicht sicher beurteilen können, ob ein „Grundwasser" oder eine „Quelle" im Sinne der Ziff. 395 der K.S.O. auch wirklich „zu Genußzwecken brauchbar" ist, selbst wenn ihre Wasserfassung äußerlich gut erscheint und in reiner Umgebung zutage tritt, namentlich nicht in zerklüfteten, stark durchlässigen und schlecht filtrierenden Bodenarten oder bei ungenügender Bodenüberdeckung der Fassung bezw. des Saugfilters (ich komme darauf noch zurück). Zeit erfordert auch die verlangte technische Prüfung der Abdeckung von Brunnen und vorhandenen Arbeits-(Revisions-)schächten, des Überlaufs, der Möglichkeit des Zuflusses „von ungenügend filtriertem, aus gedüngten Äckern oder bewohnten Grundstücken abfließendem Oberflächenwasser, von Senk- und Dunggrubeninhalt, von Fabrik- und sonstigen Abwässern", sowie die Feststellung, ob ein Röhrenbrunnen tatsächlich sicherer als ein Schachtbrunnen ist (Ziff. 395). Frühere Stadtärzte aber, die ländliche Wasserversorgungsanlagen wohl vielfach nur theoretisch studiert haben und keine Praxis in deren Beurteilung ins Feld mitbringen, werden zunächst einen sicheren Blick in

[1] Vergl. Bekanntmachung des Staatsministeriums des Innern über die Betriebsordnung der bakteriologischen Untersuchungsanstalten vom 21. April 1914, Amtsblatt p. 223, abgedruckt in Gaertner, Die Hygiene des Wassers. 1915. p. 647—653.

solchen technisch und geologisch schwierigen Fragen kaum besitzen; noch viel weniger können ihnen die geologischen Grundlagen derselben geläufig sein. Man wird sich damit begnügen müssen, wenn beim Quartiermachen, bei Wahl von Biwakplätzen usw. oder während des Marsches die vorauszusendenden Sanitätsoffiziere oder Offiziere (Ziff. 398) durch grobsinnliche Prüfung der Reinlichkeit von Wasserentnahmestellen und ihrer Umgebung, ihres Schutzes gegen Verunreinigung durch genügend feste und hohe Abdeckung, des Geruchs und Geschmacks des Wassers die erforderliche Auswahl der Quellen und Brunnen zu treffen verstehen; sobald aber nur einigermaßen Zeit vorhanden ist, soll der Arzt und Offizier den Fachtechniker und Geologen zu Rate ziehen und sich nicht damit begnügen, einen Brunnen durch die Aufschrift „Kein Trinkwasser“ zu sperren, ein Verbot, das bei heißem Wetter erfahrungsgemäß doch nicht durchführbar ist. Gewiß wird man zunächst ein Wasser vom Genuß ausschließen, wenn es auch nur mit Wahrscheinlichkeit als Ursache von Gesundheitsstörungen anzusehen ist (Ziff. 396), z. B. Brunnen auf Gehöften, in denen Typhus-, Ruhrfälle usw. selbst vor Monaten vorgekommen sind (Ziff. 397). Dann aber soll die technische, geologische und chemisch-bakteriologische Untersuchung feststellen, ob die vorläufige Sperrung aufrecht erhalten werden muß, oder was für Abhilfen zu treffen sind. Bei monatelanger Besetzung im Stellungskrieg ist das ohne weiteres durchführbar und zu verlangen; durch Abhilfen und Beaufsichtigung läßt sich dann auch der Verunreinigung und einem Leerpumpen von Brunnen durch übermäßige Benützung entgegenwirken (Ziff. 399 und 403), ihr Abpumpen regeln (Ziff. 401) und die selbst für Pferde wenig empfehlenswerte Trinkwasserentnahme unmittelbar aus Bächen oder Flüssen (Ziff. 402) ganz vermeiden. Vorwiegend geologische Fragen sind ferner die Möglichkeit seitlicher Filtrierung von Flußwasser durch Brunnen neben dem Flusse (Ziff. 404), die Anlage abessinischer Brunnen (Ziff. 405) und eine derartige Anordnung von Gräbern, daß von ihnen aus eine Verschlechterung des Wassers nicht eintreten kann (Ziff. 444), sowie die Beachtung der Bodenverhältnisse bei Auswahl von Gebäuden für Lazarettzwecke (Anlagen zur K.S.O., Ziff. 37, p. 6 f.).

Mit Recht schließt die K.S.O. Wasser von zweifelhafter Beschaffenheit in rohem Zustand nicht nur vom Trinken, sondern auch zum Spülen von Koch- usw. Geräten, sowie zum Baden oder Zähneputzen aus (Ziff. 407, 427, 428). Als sicherstes Mittel, um verdächtiges Wasser unschädlich zu machen, wird das altbewährte Abkochen empfohlen (Ziff. 409); Filter (Ziff. 408 und 410) müssen sorgfältig und sachgemäß behandelt und überwacht werden, „Reinigung des Wassers allein durch chemische Mittel ist nicht sicher und bleibt ein Notbehelf“ (Ziff. 412). Im Stellungs-

krieg sowie im Etappen- und Besatzungsgebiet brauchen wir derartige Notbehelfe nicht; Geologie und Technik geben uns hier die Mittel an die Hand, unseren Truppen hygienisch einwandfreies Trink- und Gebrauchswasser aus dem Boden selbst zu erschließen.

II. Der Abessinierbrunnen.

(Mit 1 Figur, entworfen von Dr. W. Wagner und Regierungsbaumeister Krauss.)

Das einfachste technische Hilfsmittel zur Aufschließung von Grundwasser und zur Beobachtung von Grundwasserströmungen ist der abessinische Brunnen, in seinen Einzelteilen im Handel vorrätig, für militärische Zwecke beschrieben in Anhang 2 zu I der „Anleitung zur Aufstellung und Benutzung von Feldbacköfen" vom 7. Juli 1901, p. 19—24 und Abbildungen zu Anh. 2. I[1]. In der Regel ist der Saugfilter[2] dieses Geräts, welcher durch runde oder schlitzförmige Öffnungen (mit oder ohne Metallgewebe-Überzug [Tressengewebe] gegen Eindringen von feinem Sand) das Grundwasser in das Saugrohr eintreten läßt, mit kräftiger Spitze zum Einrammen versehen; es kommen jedoch auch Spitzen zum Einschrauben vor. Zum Einrammen bedient man sich des zugehörigen Rammgeräts, zum Einschrauben einer Doppelhebelklemme. Schließlich kann zunächst ein Bohrloch von größerem Durchmesser als dem des Saugrohres hergestellt werden. Letzteres hat wie der Saugfilter 25—60 mm lichte Weite aus verzinktem Schmiedeeisen (sogen. Gasrohr). Je enger man danach die Vorbohrung wählt, desto eher kann eine Täuschung über die Bodenbeschaffenheit vorkommen. Nach den Bodenproben der Bohrung ist ein Erdprofil aufzuzeichnen (Skizze 1) und hiernach die Stelle genau zu bestimmen, an welcher ein oder mehrere gelochte Rohrteile (Filter) so einzubauen sind, daß der oberste Filter mindestens

[1] Vergl. Lueger, Die Wasserversorgung der Städte. 1890. p. 493 ff; desgl. Lueger-Weyrauch. 1914. p. 765 ff. (weitere Lit. dort). — Lehrbuch der Militärhygiene. II., von Hoffmann, Hetsch und Kutscher. Bibliothek v. Coler-v. Schjerning. Berlin 1910. p. 260. Abb. 117. — O. Spitta, Die Wasserversorgung, in: „Wasser und Abwasser, die Hygiene der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung". Leipzig 1911. p. 54. — Bischoff, Die Wasserversorgung für eine Armee im Felde. Ber. XIV. Internat. Kongr. f. Hygiene u. Dermographie. 3. 1908. p. 528. — W. Lösener, Die Trinkwasserversorgung der Truppen. Berlin 1909. p. 16. — Brunnenordnung für das Unter-Elsaß. Zentral- u. Bez.-Amtsblatt f. Els.-Lothr. 1905. p. 230, 233. — Salomon, Über einige im Kriege wichtige Wasserverhältnisse des Bodens und der Gesteine (München u. Berlin) 1916. p. 46 f.

[2] Auch „Sauger", „Filterspitze". „Sandfilter" genannt; im Handel meist etwa 1 m lang.

Gebohrter Abessinierbrunnen.
0,20
0,65
Beton
Betonplatte 5,0/5,0 m.
0
90
±0
-0,30 Wiesenboden
-0,60
natürlicher Grund-wasserspiegel.
humoser Schlick.
-1,10
Saugrohr
eingestampfter Ton
Bohrrohr
Schlick.
-2,20
Ton.
-2,80
kieshaltiger Schlick.
-3,20
schlickhaltiger Kies mit wenig Gerölle von Erbsen- bis Haselnussgrösse.
-3,70
Das Bohrrohr (gewöhnlich 200 bis 300 m/m ∅) wurde stückweise in Höhen von etwa 1-2 m. angehoben u. herausgezogen, während der Zwischenraum zwischen Saugrohr u. Bohrrohr in entsprechenden Schichten mit Kies umschüttet, bezw. mit Ton umstampft worden war.
Kies u. Sand mit Gerölle von Erbsen- bis Wallnussgrösse.
4,0 m.
-6,50
Kies u. Sand mit Gerölle, Korngrösse des Gerölles sehr stark schwankend, vereinzelt bis doppelte Faustgrösse.
Umschüttung des Filters mit gewaschenem u. gesiebtem Kies von ca. 5 m/m. Korngrösse.
Saugfilter 1,0 m lg.
-8,95 Unterkante Filter.
-9,20
eisenschüssiger Kies, Gerölle von Erbsen- bis Wallnussgrösse.
Kiesausfüllung
-10,00

Fig. 1.

auf seine ganze gelochte Länge und etwa 50 cm darüber in wasserhaltiger schlammfreier Schicht steht. Die Pumpe des Abessinierbrunnens saugt unter Einwirkung des Atmosphärendrucks das Grundwasser empor, theoretisch also bis rund 10 m Höhe, in Wirklichkeit nur 7—8 m. Wenn also der Grundwasserspiegel tiefer liegt als etwa 7 m unter dem beabsichtigten Aufstellungspunkt der Pumpe, so ist der Abessinier nicht mehr ohne weiteres verwendbar, man wählt dann besser eine Saug- und Druckpumpe. In wasserdurchlässigen Schichten, wie Ton oder toniger Mergel, ist Einrammen oder -bohren des Abessiniers zwecklos, in zähtonigem, felsigem und grobsteinigem Boden schwierig oder unmöglich, in Trieb- oder Schwimmsandschichten wegen Versanden meist erfolglos.

Der Abessinierbrunnen kann also nur bei genauer Kenntnis des Untergrundes zweckmäßig verwendet werden, andernfalls versagt er häufig. Er ist kein Allheilmittel[1], seiner Aufstellung muß die Untersuchung der Bodenbeschaffenheit und der Lage des Grundwasserspiegels vorausgehen, und es genügt m. E. bei Trinkwasserbeschaffung nicht, hierüber Erkundigungen bei der einheimischen Bevölkerung einzuziehen. Wo die Anlage eines Brunnens nicht sehr eilig ist — und das dürfte im Stellungskrieg und Operationsgebiet die Regel sein —, sollte man stets durch vorheriges Abbohren die tatsächlichen Bodenverhältnisse genau feststellen und danach in den geeignetsten Schichten den Filter und etwaige andere durchlässig gewählte Teile des Saugrohres einbauen. Im Bohrrohr werden die Saugspitze sowie gegebenenfalls wasserdurchlässige Saugrohrteile am besten mit grobsandigem Bohnenkies umgeben und im übrigen das Saugrohr gegen Eindringen von Oberflächenwasser durch Lehm oder Ton gut abgedichtet; das Einbringen von Kies und Ton erfolgt in Schichten von 1—2 m Höhe, wobei das Bohrloch entsprechend stückweise mindestens bis zur Freilegung des Filters, besser ganz gezogen wird (Skizze 1). Die Pumpe ist so fest aufzustellen, daß ein Lockern des Bodens um das Saugrohr durch die Pumpenschläge und damit Eindringen von Tagewasser entlang dem Saugrohr verhindert wird. Beides erreicht man am besten durch Anlage einer etwa 30 cm starken, möglichst großen Betonplatte um den Brunnen herum, was sich im Stellungskrieg fast überall ausführen läßt; noch besseren Schutz gewährt ein Betonkegel unter der Pumpe auf der Platte (Skizze 1). Bisweilen wird das Vorbohren beim Abessinierbrunnen als Nachteil empfunden wegen der damit ver-

[1] van Werveke, Geol. Wegweiser in Fragen der Wasserversorgung im Gebiet zwischen Maas und Mosel. Mitteil. Geol. Landesanst. Els.-Lothr. X. 1. 1916. p. 21 f.

bundenen Auflockerung des Bodens oberhalb vom Saugfilter, was Zutritt von Oberflächenwasser ermöglichen könnte. Noch größer wäre natürlich die hygienische Gefährdung, wenn man das Saugrohr mit Filter offen in das Bohrrohr stellen wollte. Umgibt man aber das Filter im Bohrrohr mit Kiessand, das Saugrohr mit festem Lehm oder Ton unter gleichzeitigem stückweisem Herausziehen des Bohrrohrs, so fällt der genannte Nachteil fort und es bleibt der große Vorzug, daß man an Hand des jetzt genau bekannten Bohrprofils die Filterteile in einwandfreien Schichten einbauen kann. Ich habe den Einbau zahlreicher Abessinierbrunnen nach diesen geologischen und technischen Gesichtspunkten geleitet, alle wurden hygienisch als einwandfrei festgestellt.

Es gibt zwar Anhaltspunkte, nach denen man auch ohne vorheriges Abbohren die Lage des Filters erraten könnte: Trübes Wasser und schwerer Pumpengang deutet auf tonigen, mergeligen oder feinsandigen Untergrund, klares Wasser und leichter Gang auf grobsandigen, kiesigen oder anderen durchlässigen Boden. Sicher ist das aber nicht, ein Brunnen mit klarem Wasser kann sich binnen kurzem trüben oder versagen, weil dem Filter eine tonige Schicht oder der Grundwasserspiegel zu nahe liegt. Man tut daher besser, zunächst Bodenprofil und Grundwasserspiegel genau festzustellen und danach sachgemäß entweder den Abessinier oder eine andere Brunnenart zu verwenden. Auch soll bei wenig tiefer Lage des Wasserspiegels der Filter nicht knapp unter demselben eingebaut werden: Man würde dann einen hygienisch keineswegs einwandfreien Brunnen erhalten, die filtrierende Bodenüberdeckung des Wassers ist zu gering, Krankheitskeime können von der Geländeoberfläche in das Grundwasser eindringen und vom Brunnen angesogen werden. Nützt man dagegen die natürliche Filtrierung aus durch Bodenarten, wie z. B. sandiger Kies, Sand, Löß, Lehm, sandiger Mergel oder Ton, und baut unter diesen den Saugfilter *tief genug*[1] und *sachgemäß* ein, so kann man vielfach auch bei flachliegendem Spiegel hygienisch einwandfreies Trinkwasser erschließen[2]. (Fortsetzung folgt.)

---

[1] Auf die Tiefe der Wasserfassung komme ich noch zurück.

[2] Über die Desinfektion der Umgebung von Brunnen, der Pumpen und Rohrbrunnen selbst vergl. Gaertner, a. a. O. 1915, p. 512 ff. — Zur schnellen Einführung in die allgemeine Geologie des Wassers seien empfohlen: H. Höfer v. Heimhalt, Grundwasser und Quellen, Braunschweig 1912; J. Niedźwiedźki, Über die Art des Vorkommens und die Beschaffenheit des Wassers im Untergrunde, in Quellen, Flüssen und Seen, Wien 1915. Ausführlicher: K. Keilhack, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde, Berlin 1912. — Über die Beziehungen zwischen Wasserversorgung und Hygiene vergl. u. a. A. Gaertner, Die Quellen in ihren Beziehungen zum Grundwasser und zum Typhus. Klinisches Jahrb. 1902, p. 335—498, und „Die Hygiene des Wassers". Braunschweig 1915.

Über Paläontologische Hypothesen; Zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung und Die Frage einer Teilung der Geologie—Paläontologie.

Von **W. Branca.**

(Fortsetzung.)

g) Anschauungen über Körperbau und Lebensweise der Dinosaurier und Wechseln dieser Anschauungen.

In einer Schrift über das System der Reptilien hatte JAEKEL die Ansicht vertreten, daß die Riesenformen der alten Reptilien Pflanzenfresser gewesen seien. Sehr bald darauf lehrte er im Gegenteil, daß sie niemals Pflanzenfresser gewesen seien, indem er sich den Darlegungen TORNIER's mit den folgenden Worten anschloß: „Auch in der Beurteilung des Gebisses kann ich den Darlegungen TORNIER's nur zustimmen. Es zeigt unsere Form spatelförmige Zähne mit gezacktem Rand in ziemlich weitem Abstande. Diese Zähne .... sind aber in ihrer Gebißform niemals für herbivore Lebensweise geeignet und brauchbar gewesen [1]."

Ebenso übertrug JAEKEL die TORNIER'sche Anschauung über die Körperhaltung des *Diplodocus* auf Grund der Funde in Halberstadt auf sämtliche vierfüßig gehenden Dinosaurier mit den Worten: „Das Ergebnis meiner Darlegungen wäre demnach: 1. Daß die sauropoden Dinosaurier sich auf ihren Beinen nach der Art der Eidechsen bewegten, daß sie ihre Beine, besonders die Hinterfüße, auch zu scharrender Tätigkeit benutzten. 2. Daß die Zehen eine große Beweglichkeit an den Metapodien verraten, keinesfalls aber mit digitigrader Stellung den Körper stützen und tragen konnten [2]." Dementsprechend bildete JAEKEL auch noch in MEYER's großem Konversationslexikon [3] unter dem Titel: „Rekonstruktion fossiler Tiere" *Triceratops* und *Stegosaurus* in Eidechsenhaltung ab.

Bereits im Jahre 1911 [4] wechselte JAEKEL wieder seine Anschauungen. Er taufte zunächst die beiden Ordnungen der Dinosaurier, die Saurischia und Ornithischia SEELEY's, ohne Not um in Prae- und Postpubici und sagte: „In beiden Abteilungen gehen die schwerfälligeren, also auch übermäßig großen Formen wieder zu der schwerfälligeren Gangart auf vier Beinen über. I. Unterordnung Praepubici JKL. (= Saurischia SEELEY):

---

[1] Die Fußstellung und Lebensweise der großen Dinosaurier. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. 1910. p. 276.

[2] Siehe a. a. O. eine Figur des Hinterbeins „in normaler Schrittstellung restauriert".

[3] 6. Auflage. 22. Jahres-Supplement 1909/10.

[4] Wirbeltiere. p. 158.

Hüpfende oder kriechende Fleisch- oder Pflanzenfresser mit spitzen einzelnen Zähnen. Diese Abteilung umfaßt einerseits die hüpfenden Dinosaurier, zweitens die ebenfalls hüpfenden, aber etwas schwerfälligen Formen der Trias- und Juraformation, die sich einer omnivoren, wenn nicht schon frugivoren Lebensweise angepaßt hatten. Etwa 25 Skelette dieser Form sind jetzt in der oberen Trias von Halberstadt entdeckt (Gresslyosauridae)." Demgemäß verwendet Jaekel nun wieder für *Stegosaurus* und *Triceratops* die Figuren von Marsh mit Elefantenfußstellung der Extremitäten[1]. In der Erklärung zu der zitierten Tafel 4 sagt er: „Das Tier ist in Seitenansicht und schreitender Stellung **aufrecht** abgebildet. Diese Stellung mag als normal gelten, da die einzelnen Organe, wie die Wirbelsäule, Arme und Beine in der Regel in dieser Lage angetroffen wurden. Diese Stellung entspricht auch derjenigen der **bisherigen** Rekonstruktionen. Neben einer **stärkeren** Aufrichtung des Körpers auf den Hinterbeinen wird eine hockende Stellung auf den unteren Enden der ventralen Beckenknochen besonders häufig gewesen sein, während das Niederlassen des Körpers auf die Arme mit ihren halbkreisförmig eingekrümmten Fingerkrallen oder gar eine kriechende Bewegung auf diesen wohl nur gelegentlich vorkam."

Also wiederholter Wechsel der Ansicht. Auch E. Fraas, *der doch wahrlich ein Urteil über Reptilien besass, hat übrigens, wie anfangs* Jaekel, *die Aufstellung der Extremitäten der Plateosauriden in Eidechsenstellung, also nach der Auffassung von* Tornier, *angenommen; aber er hat diese Ansicht nicht später wieder verworfen.*

h) Hypothesen über Bau und Phylogenese des Wirbeltierschädels[2].

Nach Jaekel haben die Schädel der Fische und der bisher als „Landwirbeltiere" bezeichneten Tiere keine phylogenetische Beziehung zueinander und nur das gemeinsam, daß beide von einem Schädel mit völlig geschlossenem Schläfendache ausgehen. Er sagt in dieser Beziehung: „Daß die Stegocephalie (d. h. völlig geschlossenes Schläfendach) als primär anzusehen ist, dafür spricht die unverkennbare Tatsache, daß auch alle Typen von Fischschädeln von stegalen Schädeldächern ausgehen", und „glaube ich den Nachweis erbringen zu können, daß der primitive Ausgangspunkt aller dieser Schädelformen ein einheitliches Dach war, das erst unter Zug und Span-

[1] Jaekel, Wirbeltiere. 1911. Siehe ferner: Über die Wirbeltiere in der oberen Trias von Halberstadt. Paläont. Zeitschr. 1913, besonders Tafel 4.

[2] Bau des Schädels. 1913.

nung der überdachten Kopfteile in Regionen und bestimmte Knochenplatten zerlegt wurde[1]." „Diese Schädelbildung der ältesten Fische macht den Eindruck, daß sich aus einem lokalen Deckorgan die beweglichen Organe der einzelnen Abschnitte des Kopfes gewissermaßen Stücke herausbrachen, und daß erst später in dem Maße, wie diese Stücke mit den inneren segmentalen Organen in festeren Konnex kamen, eine gewisse Konstanz der Teile und Annäherung der Glieder an die Tetrapoden eintrat[2]." Von *Chelone* schreibt JAEKEL dabei, sie habe ein „sekundär geschlossenes Schädeldach".

JAEKEL *teilt leider nicht mit, wie denn dieser überaus hoch entwickelte Urschädel entstanden ist. Sehr wundersam klingen auch die verschiedenen eigenartigen Angaben über die Ursachen der Zerlegung eines geschlossenen Schädeldaches; und schliesslich entsteht auch die Frage, ob das geschlossene Urschädeldach und das der Stegocephalen denn wirklich homolog sind?*

Als wahrscheinlicher wird man wohl eher den umgekehrten Gang annehmen müssen, nach dem zuerst einzelne Knochen vorhanden waren, die später eine geschlossene Kapsel bildeten.

Ferner lehrt nun JAEKEL, unter Fortbildung einer älteren Arbeit von ihm, daß es am Schädel **vier** vordere (faziale) Visceralbögen gebe: Einen Lippen-, Nasen-, Augen- oder Mandibular- und Ohrbogen[3].

Hiergegen muß doch aber geltend gemacht werden:

Wenn ein ursprünglich einheitlicher Knorpel oder Knochen in eine Anzahl von Teilstücken zerfallen (z. B. der Unterkiefer der Reptilien oder der Oberschenkel mit seinen Epiphysen), so ist damit doch noch nicht bewiesen, dass diese Zerfallstücke auch primäre Knorpel oder Knochen sind. Bisher hat man stets nur zwei viscerale Mundbögen angenommen. Nun verdoppelt JAEKEL *diese Zahl wieder durch die (von mir gesperrt gedruckten) beiden neuen Bögen, will also auch darin das bisher mit gutem Grunde als richtig Erachtete wieder umstürzen.*

Endlich lehrt er: „Meines Erachtens ist der Schultergürtel der primäre Bogen des Proatlas."

Eine Diskussion über diese und die vorangehenden Ausführungen ist bereits bei JAEKEL's *Vortrag von* BARFURTH, LUBOSCH *und anderen erfolgt*[4]. BARFURTH *äusserte sich über die vorgetragenen Hypothesen dahin, wobei ich das zu Betonende unterstreiche: „Wenn die vorgetragene Ansicht über die Existenz eines Lippen-, Nasen-, Augen-*

---

[1] Wirbeltiere p. 104.
[2] Über den Bau des Schädels. Verh. Anatom. Ges. 1913. p. 10.
[3] Bau des Schädels. p. 15.
[4] Verh. Anatom. Ges. 1913; Bau des Schädels. p. 20.

und Ohrenbogens richtig ist, so wird sie uns den anatomischen Unterricht in mancher Beziehung erleichtern, da sie einfach und übersichtlich ist. Aber es ist diese Anschauung noch in Einklang zu bringen mit unseren ***bisherigen*** *Vorstellungen vom Primordialschädel,* ***da wir die Beziehungen der Phylogenie zur Ontogenie doch nicht zur Seite schieben können.*** *— Ebenso bedarf die Anschauung des Herrn Vortragenden über den Knorpel noch der* ***Verständigung.***" *Das klingt sehr harmlos, enthält aber nur eine freundlich-ironische vollständige Ablehnung dieser Hypothesen.*

i) Hypothesen über die Abstammung der Wirbeltiere und ihr Wechsel.

Jaekel lehrt weiter: „Die ältesten Wirbeltiere (die er Protochordata nannte) bewegten sich mit vier als Träger des Körpers dienenden ‚Füßen' auf dem **Meeres**boden." „Erst sekundär, unter einem Funktionswechsel der Extremitäten" ging dann die „Erhebung ins freie Wasser" vor sich. „Wir würden dann die Fische aus der Ahnenreihe der Tetrapoden ausscheiden und die letzteren direkt auf jene kriechenden Urformen zurückführen[1]."

Dass die Fische von Landwirbeltieren abstammen sollen, ist ja ein Gedanke, den schon vor ihm Simmroth *ausgesprochen hat. Aber Anklang hat er damit nicht gefunden.*

Was aber jene erstere Hypothese Jaekel's *anbetrifft, so veränderte er sie später in ihr diametrales Gegenteil:*

„Die erste Stufe der Vertebrata" bildeten „weiche, nicht erhaltungsfähige und deshalb fossil kaum auffindbare Urformen", nämlich die **Land**wirbeltiere, die er Protetrapoda nennt. „Von den Etappen dieses Entwicklungsprozesses in der Hauptreihe zweigten sich **Wasser** formen ab, vermutlich haben sich die Tunikaten schon von solchen Typen abgezweigt, indem sie sessil wurden."

„Die zweite Stufe, Eotetrapoda", (sind) „fossil noch unbekannte Landwirbeltiere." „Von jener zweiten Stufe haben sich seitlich abgezweigt und durch Übergänge im Wasser zu Fischen umgebildet drei große Formkreise, deren genetischer Konnex nicht nachweisbar ist. Es ist nicht nur möglich, sondern wahrscheinlich, daß die Fische keine genetische Einheit bilden, sondern daß sich ihre Klassen selbständig von jenen Eotetrapoden der zweiten Stufe abgezweigt haben." Und er gibt für die Fische die folgende Kennzeichnung: „Pisces, Fische, die ins Wasser übergegangenen Typen der zweiten Wirbeltierstufe."

Also zuerst sollten die ältesten Wirbeltiere Meerestiere sein; dann sollen sie wieder Landtiere sein, und nicht nur die Wasserwirbel-

---

[1] Über die Stammform der Wirbeltiere. Ges. naturf. Freunde 21. Juli 1896. p. 110.

tiere, sondern auch die Tunikaten von Landwirbeltieren abstammen. Wiederum eine, der bisher allgemein herrschenden diametral entgegengesetzte Ansicht. Und für diese Abstammungslehre schafft er sich zunächst zwei erdachte Stufen von Landwirbeltieren. Das ist ganz phantastisch, ohne Anhalt und Beweise.

Ferner sagt er: „Die Vorfahren der Fische waren vierfüßig[1].“ „Die älteren Fischformen sind allem Anschein nach anfangs Süßwasser- und Uferbewohner gewesen, das gilt sogar noch von den ältesten Haiformen[2].“ „Im Salzwasser wurden die Fische erst später heimisch.“ „Auch die Teleostomen waren zunächst Uferbewohner, und zwar wahrscheinlich in Flüssen und Landseen, erst im Oberdevon scheinen sie das Meer erobert zu haben.“

Von den Eotetrapoda ferner stammen als nächst höherstehende Landwirbeltier-Stufe nach Jaekel die Tetrapoden ab mit der aufsteigenden Reihe: Landbewohnende Tetrapodenvorstufe, landbewohnende Miosaurier, Paratheria und Säugetiere. Die Amphibien sind ein zu Wasserbewohnern umgebildeter Seitenzweig der Miosaurier; die Reptilien, von welchen die Vögel abstammen, sind Seitenzweige der Paratheria[3].

Das alles sind Hypothesen, die möglicherweise das Richtige treffen, die aber viel wahrscheinlicher unrichtig sind. Beweise entscheidender Natur fehlen ganz. Dass zuerst Süsswasser, dann erst Salzwasser auf der Erde entstanden sein muss, ist klar. Als aber die Fische entstanden, da war Salzwasser natürlich längst vorhanden. Man dürfte daher (was Jaekel *übrigens auch nicht tut) nicht etwa daraus, dass anfangs kein Salzwasser vorhanden war, folgern wollen, dass die Fische notwendig zunächst im Süsswasser gelebt haben müssten. Übrigens werden die gerade in frühesten Zeiten der Erdbildung gegenüber der Jetztzeit viel häufigeren vulkanischen Ausbrüche grosse Massen von Chlor geliefert haben, so dass Salzwasser bald entstehen konnte. Selbst der Old Red braucht nicht notwendig eine Bildung von Süsswasser-Binnenseen gewesen zu sein, es kann sich hier ebensowohl um solche von Salzwasser gehandelt haben. Auch das wirkliche Vorkommen von Haien im Süsswasser würde nicht beweisen, dass sie nicht auch im Salzwasser gelebt haben; wir kennen ja auch heute Fische, die im Meere leben, aber auch in das Süsswasser gehen. Vergl. auch das am Schlusse dieses Abschnittes Gesagte.*

Die ältesten Fischformen hatten, wie Jaekel betont, Panzerbildung. „In dem Maße, wie sie im Wasser heimisch wurden und zur Offensive übergehen konnten, mußten sie mit zunehmender Beweglichkeit den nun hinder-

---

[1] Wirbeltiere. p. 25.
[2] Wirbeltiere. p. 26.
[3] Wirbeltiere. p. 26.

lich gewordenen Panzer in zweckmäßig gelagerte Teilstücke zerlegen[1]." !!

Des weiteren wird gesagt: „Bei alten Fischen finden sich große Beckenanlagen, die auf eine frühere Stützfunktion der hinteren Gliedmaßen weisen[2]."

Warum nicht auch auf grosse Flossen mit Knorpelskelett?

Sodann lehrt er, daß die Vorfahren der Fische Lungen besaßen. „Die Schwimmblase entsteht aus verkümmernden Lungen[3]." „Aber", fährt er fort, „die Umbildung der Lungen zur Schwimmblase trifft nur für einen Teil der Formen (der Fische) zu[4]."

Das soll also heissen, dass die mit lungenartigen Schwimmblasen versehenen Fische noch die von ihren Vorfahren erworbenen Lungen besitzen. Sie müssten also, wenn man Jaekel *beistimmen will, folgerichtigerweise an den Anfang des Fischsystems gestellt werden, während man doch bisher allgemein der Ansicht ist, dass sie an das Ende desselben zu stellen sind.*

Bezüglich der Bezahnung der Haifische wird gesagt, sie sei nicht primitiver Entstehung, sondern das „Resultat einer allmählichen Zerlegung plattiger Kieferknochen, die zur Gebißfunktion spezialisiert waren[5]."

Wahrscheinlich ist das nicht und wo ist denn der Beweis dafür: denn Andere behaupten bekanntlich, dass ursprüngliche Einzelzähne später zu zusammengesetzten verwachsen.

Gegenüber all den aufgeführten, meist sehr kühnen Hypothesen Jaekel's *über die Abstammung der Wirbeltiere muss notwendig betont werden, was ich in anderer Arbeit schon ausführlicher gesagt habe: Die Aufeinanderfolge der Lebewesen, die uns die Paläontologie heute zeigt, kann durch jeden neuen Fund umgestossen werden, ist auch bereits oft dadurch umgestossen worden. Zahllose Tierformen, die gelebt haben, sind uns entweder noch nicht bekannt oder sind gar nicht erhalten. Alle Spekulationen über die Phylogenie lediglich auf Grund des geologischen Alters der Erfunde, also über das, was Vorfahr und was Nachkomme war, stehen daher auf den schwankendsten Füssen. Nur wenn es anatomisch begründet ist, weiss man sicher, wer Vorfahr und wer Nachkomme war. Phylogenetisches Alter und geologisches Alter decken sich durchaus nicht notwendig.*

Die Neigung, in jedem älteren Wesen den Vorfahr des jüngeren

---

[1] Wirbeltiere. p. 26.
[2] Wirbeltiere. p. 27.
[3] Wirbeltiere. p. 27.
[4] Wirbeltiere. p. 29.
[5] Wirbeltiere. p. 27.

(natürlich gleichen Stammes) sehen zu wollen und nicht zu bedenken, dass zahlreiche fossile Wesen eben nicht Vorfahren, sondern Seitenzweige waren, führt notwendig zur Aufstellung von solchen Stammbäumen, die überaus häufig wieder umgestossen werden müssen.

Doch noch eins: Wenn die Protetrapoden weiche, nicht erhaltungsfähige und deshalb paläontologisch nicht auffindbare Landwirbeltiere wirklich waren, d. h. also, wenn sie so niedrig organisiert waren, dass man nicht recht begreifen kann, wie sie sich auf dem Lande fortbewegt haben können — wie kommt es dann, dass ihre unmittelbaren, angeblichen Nachfolger, die Eotetrapoda, bereits eine geradezu übertrieben hohe Entwicklungsstufe erreicht haben sollen? Jaekel *sagt ja, sie seien Landwirbeltiere gewesen, die ein voll ausgebildetes Knochenskelett, ein völlig geschlossenes knöchernes Schädeldach, dazu tragfähige Beine, ausserdem Lungen usw. besessen hätten; und dass sogar bereits ihre Embryonen ein so hoch entwickeltes Knorpelskelett besessen hätten, dass aus diesen Embryonen die Haie, Rochen, Holocephalen und Teleostomen im wesentlichen schon als einfache Hemmungsbildungen hervorgehen konnten.*

Derartige Spiele der Phantasie sind gewiss für den, der sie spielt, sehr unterhaltsam, aber für die Wissenschaft sind sie mehr oder weniger Ballast, und für die Studierenden werden sie zu einer um so grösseren Gefahr, mit je grösserer Sicherheit sie vorgetragen werden.

k) Hypothese über die Phylogenie der Pelmatozoen und Wechsel derselben.

Ich schicke das Folgende voraus, weil die von Jaekel angewandten Bezeichnungen nicht jedem geläufig sein könnten: Jaekel bezeichnet die Camerata Wachsm. u. Spr. als Cladocrinoidea und teilt sie in die kleine, ältere Gruppe der Eocrinites, die er dann später wieder in Epinnata umtaufte (mit zweizeiligen Armen [Fingern], aber ohne Pinnulae), und in die große, jüngere Gruppe der Pinnata mit einzeiligen Armen (Fingern) und mit Pinnulis [1].

Sodann trennt Jaekel die arm- und stiellosen Formen unter den Cystoidea (der Autoren) als Thecoidea von diesen ab, so daß also alle seine Cystoidea (im engeren Sinne) mit Armen und Stiel versehen sind.

Diese Thecoidea nun stehen, wie Jaekel anfänglich lehrte,

[1] Stammesgeschichte der Pelmatozoen. 1. Thecoidea und Cystoidea. 1899. p. 174, wo er die Eocrinites noch als solche bezeichnet; den Namen Epinnata wandte er erst später für diese Gruppe in den Erläuterungen zu der Paläontologischen Schausammlung in Berlin an, die man ja doch, wenn auch nicht in Buchform erschienen, als eine Veröffentlichung wohl ansehen darf.

„unzweifelhaft am Ausgangspunkte der Pelmatozoen; alle diese müssen das Entwicklungsstadium jener durchlaufen haben. Denn einfacher organisierte als diese (die Thecoidea) kann es kaum gegeben haben." Die „Thecoidea können nur insofern noch einfachere Vorläufer gehabt haben, als diese in geringerem Maße skelettiert waren[1]".

Jaekel *geht hier also in natürlicher Weise davon aus, dass zuerst einfachere Formen, ohne Stiel und ohne Arme, die Thecoidea, entstanden sind, und aus diesen dann die zusammengesetzteren. Diese Erklärung verwarf er aber dann wieder und verkehrte sie in das diametrale Gegenteil, indem er umgekehrt lehrte:*

Die Thecoidea stammen von den Eocriniten (= Epinnata) ab. Demnach sollen also nun umgekehrt die einfachst organisierten Formen von spezialisierteren abstammen[2]. Diese Epinnata sollen überhaupt die Ausgangsformen sein, von denen alle anderen Pelmatozoen abstammen.

Für die letztere Auffassung könnte man in der Tat geltend machen, dass auch Comatula erst, in der Jugend, einen Stiel hat und ihn dann verliert.

Eins von beiden kann ja immer nur richtig sein: Entweder ist eine einfache Form die Ausgangsform, aus der die spezialisierteren hervorgegangen sind. Oder umgekehrt, die einfache Form ist eine reduzierte, ist aus einer schon höher entwickelten hervorgegangen. Wenn aber ein Autor nacheinander beide Ansichten vertritt, und wenn er besonders die erstere als „unzweifelhaft" richtig hingestellt hatte, und wenn ein solches Wechseln seiner Ansichten nicht nur hier, sondern auch in anderen Fällen sich zeigt, dann sieht der Leser darin nicht mehr Fortschritte in der Erkenntnis des Autors, sondern nur ein Hin- und Herschwanken.

1) Ungenauigkeiten und Unrichtigkeiten in den Definitionen Jaekel's.

α) Er sagt, daß „bei den Fischen die Ohren zu statischen Organen umgebildet" sind[3]. Die Tetrapoden dagegen haben „echte Ohren".

Die „Ohren" der Fische können natürlich nicht zu statischen Organen umgebildet sein, weil der Fisch keine Ohren hat. Höchstens das „Gehörorgan" oder das Labyrinth könnte so umgebildet worden sein.

β) Weitere Sätze Jaekel's sind: „Gymnophionen [sind Tiere] mit verknöcherten Augen, unterbrochenem Oberkieferrand" usw.[4].

---

[1] Über die Organisation der Cystoideen. Verh. zoolog. Ges. 1895. p. 110.

[2] Stammesgeschichte 1899 p. 174 und Erläuterungen in der Berliner Schausammlung.

[3] Wirbeltiere. p. 29.

[4] Wirbeltiere. p. 128.

Auch von „verknöcherten“ Augen und „unterbrochenem Oberkieferrande“ zu hören, ist überraschend, wenn der Fachmann wohl auch errät, was gemeint sein kann. Aber auch der Studierende?

γ) „Urodela oder Caudata [sind] vierfüßige Amphibien .... mit komprimiertem Ruderschwanz. Gliedmaßen klein oder teilweise zurückgebildet [1].“

Auch das ist unrichtig oder wenigstens ungenau: In Wirklichkeit hat Siren nur Vorderfüsse, ist also nicht vierfüssig, sondern zweifüssig; und Salamandra hat keinen komprimierten Ruderschwanz. J.'s Definition der Urodela ist also in obiger Fassung nicht zulässig.

δ) „Die Anuren [sind Amphibien] mit nach rückwärts verschobenen Ilia [2].“

Das ist ebenfalls unrichtig: In Wirklichkeit sind die Ilia nicht nach hinten verschoben, sondern nach hinten gerichtet.

ε) „Paratheria“ (Stufe III der Tetrapoden = Theriodontia, Anomodontia, Schildkröten und Monotremen der Aut.) sind die Vorfahrengruppe der höheren Säugetiere: „Ihr Schädel, der bei den Ausgangsformen noch stegal gebaut war, weist einen Durchbruch in der Schläfenregion auf und wird damit synapsid, d. h. mit einem einzigen kräftigen Schläfenbogen versehen und dementsprechend mit einem einzigen weiten oberen Schädeldachdurchbruch. Die Phalangenformel ist normal säugetierartig 2 . 3 . 3 . 3 . 3 oder nähert sich doch bei den ältesten Vertretern diesem Typus“ [3].

Jaekel *benutzt hier die Zahlen der Phalangenglieder zur Aufstellung von Klassen. Dass das wissenschaftlich nicht durchführbar ist, hat* Tornier *ausgesprochen* [4]. *Dass ferner die Jochbögen der von* Jaekel *erwähnten Tierklassen untereinander und mit denen der Säugetiere wirklich homolog sind, ist bisher nicht bewiesen.*

ζ) Über die Seeschildkröten, Cheloniden, sagt Jaekel: „Ihr Kopf wird nicht mehr wie bei den Landschildkröten unter den Panzer zurückgezogen, sondern bleibt beim Schwimmen vorgestreckt und schuf sich ein neues Schutzdach durch Ausdehnung der Parietalia über die primäre Schläfengrube [5].“

Auch das gibt zu Irrtümern Veranlassung; denn beim Schwimmen strecken ja alle Schildkröten den Kopf vor. Man könnte nur sagen: Auch bei Angriffen auf das Tier bleibt der Kopf vorgestreckt.

η) Ferner heißt es bei ihm: „Die Reptilien sind wechselblütige Tetrapoden [6].“

Von wechselblütigen Tetrapoden kann man doch nicht reden,

---

[1] Wirbeltiere. p. 129.

[2] Wirbeltiere. p. 130.

[3] Wirbeltiere. p. 131.

[4] Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 8. Bei Gustav Fischer. 1913. p. 233.

[5] Wirbeltiere. p. 134.

[6] Wirbeltiere. p. 133.

nur von wechselwarmen, denn es handelt sich um ihre wechselnde Blutwärme.

ϑ) Die Unterordnung der Lacerti definiert er dahin: Eidechsen sind kleine, „vierfüßige Klettertiere“ [1].

Auch das ist unrichtig: Unsere gemeine Zauneidechse z. B., Lacerta agilis, klettert nicht.

ι) Die Ophidii werden von Jaekel in folgender Weise gekennzeichnet: „Schlangen [sind] fußlose, walzenförmige Kriechtiere, ohne Schulter- und Beckengerüst, mit bezahnten Vomera und Pterygoidea [2].“

Auch das ist unrichtig. Die Vomera der Schlangen sind doch nicht bezahnt! Python und andere Schlangen haben Rudimente von Hintergliedmassen. Auch sind nicht alle Schlangen walzenförmig.

κ) Einen stummen, aber sehr auffallenden Fehler zeigt die Darstellung, die Jaekel von einem der wichtigsten condylarthren Säuger, dem bekannten *Phenacodus*, gibt, der doch ganz besondere Aufmerksamkeit beanspruchen darf. Jaekel, mit seinen künstlerischen Neigungen, hat zweifellos bei allen bildlichen Darstellungen in seinem Buche [3] und so auch hier mindestens beaufsichtigend selbst mitgewirkt. Hier stellt er nun den Schädel von *Phenacodus* mit hinten geschlossener Orbita dar.

Bei einer so alttertiären Säugetierform wäre das eine Ungeheuerlichkeit. Ist das abweichende Ansicht Jaekel's, *dann stände sie auch im Widerspruch zu der Originalabbildung; ist es aber eine Ungenauigkeit, so wäre das, weil es einen der wichtigsten alttertiären Vorfahren der Huftiere betrifft, grosse Flüchtigkeit.*

λ) Von den Labyrinthodonten (Hemispondyla) sagt Jaekel in einer und derselben Arbeit auf der einen Seite, daß sie (im Gegensatze zu anderen Formen mit zweiköpfigen Rippen) immer einköpfige Rippen haben [4]. Einige Seiten weiter spricht er aber von ihren zweiköpfigen Rippen mit „zwei Ansatzflächen“ und bildet [5] auch eine solche ab!

μ) Traquair hatte den von Beyrich beschriebenen *Pterichthys Rhenanus* ebenfalls als *Pterichthys* aufgefaßt. Hiergegen wandte sich O. Jaekel [6], indem er von anderer Auffassung ausging; doch das ist hier Nebensache. Das, worauf es hier ankommt, ist der Umstand, daß Jaekel an diesem einzigartig erhaltenen Exemplare — es ist bisher das einzige von solcher Schönheit — das doch

[1] Wirbeltiere. p. 154.
[2] Wirbeltiere. p. 155.
[3] Wirbeltiere. p. 238. Fig. 267.
[4] Über die Wirbeltierfunde in der oberen Trias von Halberstadt. Paläont. Zeitschr. **1**. 1913. p. 206.
[5] Fig. 33a. p. 212.
[6] Organisation und systematische Stellung der Asterolepiden. 1903. p. 41—60. Fig. 46; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **55**. 1903.

sehr bemerkenswerte Vorhandensein einer Seitenlinie völlig verkannte, indem er sie für eine Naht zwischen zwei Platten erklärte, wie GUIDO HOFFMANN nachwies [1]. Der Panzer hat also jederseits zwei Platten weniger, als JAEKEL angibt.

Bei der leichten Unterscheidbarkeit dieser Seitenlinie von einer Naht und bei der sehr hohen Wichtigkeit, die der Seitenlinie überhaupt zukommt, ist eine solche Verwechslung jedenfalls sehr überraschend. Sie ist es aber um so viel mehr, als bereits BEYRICH *diesen Fisch abgebildet und beschrieben und ganz richtig erkannt hatte, dass hier keinerlei Naht vorliegt, wie das die von ihm gegebene Abbildung erkennen lässt.* (Fortsetzung folgt.)

Richard Markgraf †
und seine Bedeutung für die Erforschung der Wirbeltierpaläontologie Ägyptens.

Von **Ernst Stromer.**

MARKGRAF war nur ein armer Fossiliensammler und kleiner Naturalienhändler, trotzdem verdient er in einer wissenschaftlichen Zeitschrift in Ehren genannt zu werden. Er war ein Deutscher aus Nordböhmen, der, ursprünglich Maurer, wie viele seiner Landsleute als Musikant weit in der Welt herumzog. In Ägypten kam er aber infolge von Krankheit in tiefes Elend. Prof. E. FRAAS, der in so vorzüglicher Weise Laien zum Fossilsammeln heranzuziehen wußte, erkannte auf seiner ersten Reise nach Ägypten 1897 seine Befähigung, half ihm mit Unterstützung schwäbischer Landsleute aus der Not und lehrte ihn, z. T. brieflich, das mühsame Sammeln in den Steinbrüchen des unteren Mokattam (Mitteleocän).

Jahrelang war MARKGRAF dort in der Hauptsache tätig, zuerst nur für die Stuttgarter, dann infolge meiner Vermittlung auch für die Münchner und Frankfurter Sammlung. Bei meiner zweiten Reise nach Ägypten 1903/04 führte ich ihn dann im Einverständnis mit Prof. FRAAS in das Reisen, Sammeln und Ausgraben in der libyschen Wüste ein und durch mich lernte er fast alle dortigen Wirbeltierfundorte (im Pliocän des Natrontales, im Untermiocän des Uadi Faregh, im Oligocän und Obereocän des Fajum und im Untercenoman von Baharije) kennen.

Bis vor dem Krieg war er dort immer wieder vor allem für deutsche Sammlungen, aber auch für andere, z. B. für die New Yorker, mit dem äußerst beschwerlichen Ausgraben von Wirbeltierresten beschäftigt, obwohl er seit Jahren schwer leidend war. Er bewährte dabei große Findigkeit, außerordentliche Sorgfalt im

---

[1] *Asterolepis Rhenanus.* Dies. Centralbl. 1909. p. 491—495.

Sammeln und Zuverlässigkeit in seinen Fundangaben. Ihm war es wirklich um die Sache zu tun und es freute ihn am meisten, wenn er wissenschaftlich wertvolle Stücke fand und sie vor allem deutschen Museen zukommen lassen konnte; das Verdienen stand ihm trotz seiner Armut erst in zweiter Linie.

Fast alle die Wirbeltierreste aus Ägypten, welche im letzten Jahrzehnt von Deutschen beschrieben wurden, sind seinem unermüdlichen Eifer zu danken; ich erinnere nur an die einzigartigen Urwale, Affen und Menschenaffen, die ältesten vollständigeren Seekuhreste, die Fische, Schildkröten, Krokodilier, Schlangen und Dinosaurier. Mit Recht wurde Markgraf deshalb sowohl von der württembergischen Regierung wie von der bayerischen Akademie der Wissenschaften ausgezeichnet.

Der Weltkrieg schnitt ihn von jeder Verbindung mit Deutschland ab und legte seine Tätigkeit völlig lahm. In bitterer Not ist er im Januar dieses Jahres im Fajum seinem alten Leiden erlegen. Seiner wird besonders in Deutschland dankbar gedacht werden, denn seiner deutschen Gesinnung und gewissenhaften Arbeit ist es zuzuschreiben, daß unsere Sammlungen mit ihren bescheidenen Mitteln die vor allem von Zittel und Schweinfurth hereingebrachten Schätze fossiler Wirbelloser Ägyptens durch einen einzigartigen Reichtum an Wirbeltierresten ergänzen konnten.

Besprechungen.

Fr. Rüdorff: Grundriß der Mineralogie und Geologie. Für den Unterricht an höheren Lehranstalten. Neunte, umgearbeitete Auflage. Berlin und München bei H. W. Müller. 1915. 119 p. Mit 1 Karte und 139 Figuren im Text.

Wenn ein derartiger Grundriß neun Auflagen erlebt, so darf man wohl annehmen, daß er den Bedürfnissen genügt, zu deren Befriedigung er bestimmt ist. Die hier vorliegende neunte Auflage ist von dem Oberlehrer Dr. Karl Schulz besorgt, nachdem die vorhergehende achte von dem als Geologen bekannten Professor Dr. Arthur Krause hergestellt worden war. Er hat zuerst dem Grundriß der Mineralogie von Rüdorff einen kurzen Abschnitt über Geologie und ein geologisches Kärtchen von Mitteleuropa beigefügt und Mineralogie und Petrographie nach dem neueren Stande der Wissenschaft umgestaltet. Der Verf. der neuesten Auflage hat hierin manches geändert und den Abschnitt über Geologie manchfach vermehrt und übersichtlicher gestaltet. Immer noch spielt aber die Mineralogie die Hauptrolle (p. 1—74), neben der Petrographie (8 p.) und Geologie (30 p.). Die Ausstattung ist gut, die Abbildungen sind vielfach alte Bekannte aus anderen ähnlichen Werken. **Max Bauer.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Schmelzendes See-Eis im Bereiche eines Nordostfront-Abschnittes (1916).

Von **Walter Wetzel.**

Mit 5 Textfiguren.

Die Eisdecke eines der zahlreichen Seen in der kuppigen Grundmoränenlandschaft südlich von Dünaburg war von Dezember 1915 bis Mitte April 1916, also $4\frac{1}{2}$ Monate hindurch, eine lückenlos geschlossene Schicht gewesen, deren Mächtigkeit in der Zeit maximalster Frostwirkung ca. 80 cm betragen hatte.

Auch seit Einsetzen einer sich dauernd über 0^0 haltenden Temperaturperiode (seit 1. April) blieb das Bild des Sees nahezu dasselbe; infolge genügender Abdunstung bei frischen Winden sammelten sich keine Wasserpfützen auf dem Eise an. Dagegen war ein allerdings beträchtliches Sinken des Spiegels zu erkennen, wobei sich die Uferlinien in oft überraschender Weise änderten.

Am 16. April zeigte sich auf unserem S.....a-See plötzlich ein Netz zusammenhängender Wasserrinnen und am 17. April waren große eisfreie Wasserflächen, nicht viel später nur mehr Eisinseln im Seewasser vorhanden. Die Lage und Umgrenzung der Eisinseln wechselten nun außerordentlich schnell in offenbarem Zusammenhang mit den Windverhältnissen. Der Wind und die Wasserströmungen bewirkten eine gleichsam plastische Einpassung der Eisinseln in einzelne Buchten u. dergl. Am 19. April ließ sich nun die Ursache solcher Plastizität deutlich erkennen: Die vermeintlichen Eisschollen bestanden aus lauter nebeneinander stehenden, im Mittel fingergroßen Eisstengeln oder aus Bündeln von solchen, die noch Zusammenhang hatten. An Stellen, wo dieses Aggregat lockerer war, trieben die einzelnen Eisstengel, der Länge nach umgelegt, im Wasser, das zwischen den dichteren, parallelfasrigen Massen Rinnen bildete. Die Länge der Eisstengel betrug bis zu 8 cm, die Dicke bis zu 2 cm an den aus dem Wasser ragenden Köpfen der Stengel, deren entgegengesetztes Ende spitz zulief. Die vertikalen Flächen der zapfenartigen einzelnen Stengel zeigten in der Regel ein- und ausspringende Kanten, während die horizontale Oberseite ziemlich eben zu sein pflegte und mit nur geringer Rundung in die Vertikalflächen umbog. Letztere zeigten noch mindestens je eine Hohlkehle in regelmäßig demselben Abstande von der Oberseite, eine Auflösungsspur, welche mit der in diesem Niveau zu beobachtenden Anreicherung an Luftblasen im Eiskörper in offenbarem Zusammenhang steht.

Bemerkenswert erscheint auch die Färbung der dichteren Stengelaggregate, aus einiger Entfernung gesehen; sie war schmutzig-dunkelgrün und hob sich scharf von der Färbung der Lockerungszonen ab, in denen die Stengel mehr oder weniger umgelegt schwammen und mit ihren, starkes Relief tragenden Längsflächen spiegelten und glitzerten.

Die rechtzeitig unter das Mikroskop gebrachten und zwischen gekreuzten Nicols betrachteten Stengel hatten die Eigenschaften großer, einheitlicher Kristallindividuen von beachtenswert gleichartiger Ausbildung. Es wurden an den Stengeln, die während der Untersuchung im Maximum noch 1 cm dick waren (Fig. 1—5), nicht nur gleichmäßiges Auftreten und regelmäßig flächenhafte Verteilung der Interferenzfarben bis hinauf zum Blau II. Ord-

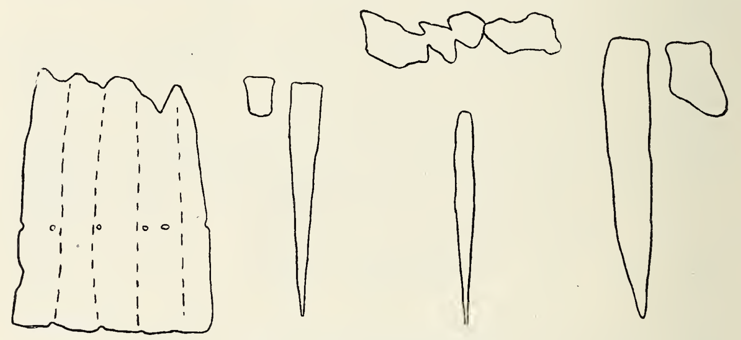


Fig. 1—5. 1/2 nat. Größe.

nung, sondern auch, wenn die Stengel der Länge nach auf dem Objekttisch lagen, gerade Auslöschung beobachtet. Die Interferenzfarben sanken während der Beobachtung im Zimmer in wenigen Sekunden zum Grau I. herab. Für Beobachtungen in konvergentem polarisierten Licht wurden mittelst Kneifzange aus den Stengeln würfelartige Blöcke hergestellt, freilich von einer entsprechend den oben geschilderten Stengelformen großen Unregelmäßigkeit der Begrenzung, wobei insbesondere die (geringe) Konvergenz der Flächen nach der unteren Spitze der Zapfen hin bestehen blieb. Das einachsige konoskopische Bild des Eiskristalls gelangte wiederholt so zur Ansicht, daß der Achsenaustritt eben noch am Rande oder unmittelbar außerhalb des Gesichtsfeldes (bei nicht extrem stark gewählter Konvergenz des Linsensystems) zu lokalisieren war, und zwar in Horizontallage einer der „Würfelflächen", die nicht mit der ursprünglichen Horizontalfläche der Stengel zusammenfiel. Die Beobachtung durch letztere Fläche, ebenso wie durch das übrigbleibende dritte Würfelflächenpaar ergab, abgesehen von dem Mangel eines Achsenbildes, in jedem Fall viel niedrigere

Interferenzfarben als das ersterwähnte Flächenpaar, das im Konoskop mehrere farbige Ringe und in gewöhnlichem polarisierten Lichte die oben erwähnten maximal hohen Interferenzfarben gezeigt hatte. Die Eiskristalle — wenn wir die Stengel als solche auffassen und nicht als ein feines, nicht erkennbares Aggregat von sehr regelmäßigem und recht unwahrscheinlichem Bau — hatten also ihre Faserachse senkrecht zur optischen Achse, welch' letztere mindestens annähernd parallel der Oberseite der Stengel, d. h. parallel auch der Eisoberfläche des Sees gelegen hatte.

Das See-Eis dürfte während seiner langen Existenzzeit immer grobkristalliner geworden sein — vielleicht war eine Temperaturperiode im Dezember/Januar mit andauerndem Schwanken um 0^0 dafür bedeutungsvoll gewesen —, und die Kristallindividuen mögen vor Beginn der endgültigen Abschmelzperiode noch viel größer, namentlich länger, als fingergroß gewesen sein. Damit wird die Art des Abschmelzens unserer Eisdecke, die ja vom Abschmelzen eines Eisblockes gemeinhin erheblich abweicht, ebenfalls verständlich: Unsere Zapfen oder Stengel sind Auflösungskörper einzelner Kristallindividuen, welche zwar nicht an die Regelmäßigkeit der bekannten schönen künstlichen Auflösungskörper, wie sie A. Johnsen und andere Forscher an NaCl etc. erzielten, herankommen, aber doch Gesetzmäßigkeiten vermuten lassen. Infolge der verhältnismäßig großen Auflösungsgeschwindigkeiten irgendwelcher vertikal orientierter Flächen ergab sich die Isolierung der Einzelkristalle aus der Eisdecke. Bemerkenswerterweise erhielt sich auch die oben erwähnte ± ebene Oberfläche der Stengel, die freilich unter anderen Bedingungen stand als die vorigen (Abdunstung).

Mit dem homogenen Charakter der Eisstengel mag es schließlich auch zusammenhängen, daß die von Wind und Wellen bewegten klöppelähnlichen und so zahlreich aneinandergereihten Zapfen in den Nächten und zu stillen Zeiten auch am Tage ein eigentümliches Tönen erzeugten, das sich vom See her vernehmen ließ.

Im Felde, 19. April 1916.

Geologie und Hygiene im Stellungskrieg.

Von Major z. D. **W. Kranz.**

Mit mehreren Textfiguren.

III. Brunnenbohren.

(Mit Fig. 2—8, entworfen von Regierungsbaumeister Krauss.)

Bohrungen können nur dann empfohlen werden, wenn das Wasser in stark durchlässigen Gesteinen und Böden (z. B. in klüftigem Kalk-, Sandstein, Konglomerat, Kies, Sand) oder in einem Wechsel solcher Schichten mit wenig oder nicht durchlässigen auf-

geschlossen werden soll[1]. Namentlich artesisch gespanntes Wasser ist vielfach erfolgreich erbohrt worden[2].

Ein wichtiges Hilfsmittel für Bohrarbeiten im Feld ist das Brunnenbohrgerät der Eisenbahn- oder Reserve-Eisenbahnbaukompagnien oder der Feldbahn-Betriebseinheiten, beschrieben in der „Anleitung zur Herstellung von Tiefbohrbrunnen durch Eisenbahnbautruppen" (Mittler u. Sohn, Berlin 1901) und in „Brunnenbohrgerät n. A., Ergänzung der Anleitung zur Herstellung von Tiefbohrbrunnen durch Eisenbahntruppen" (Berlin 1914). Dies Bohrgerät (älterer und neuer Art) entspricht im wesentlichen dem sonst in Handel und Technik üblichen[3] und besteht aus:

Bohrgerüst (Vierbock mit Seil, Winde usw.).

Schmiedeeiserne Bohrrohre von 152 mm äußerem und 137 mm innerem Durchmesser[4] (47 m, in Stücken von 5, 2,5, 2, 1,5 und 1 m Länge, eines davon mit Schuh).

Bohrgestänge (40 m in je 5 m langen Stangen).

Je 1 Trockenschappe von 172 und 137 mm Durchmesser.

1 Schlangenbohrer von 130 mm Durchm. (= Spiralbohrer).

2 Fallmeißel „ 130 „ „ mit Zubehör.

1 Kreuzbackenerweiterungsbohrer, 170 mm schneidend[5].

1 Ventilbohrer (Schlammbüchse) von 114 mm größtem Durchm. (Bohrgerät n. A.)[4] mit Zubehör.

Rohrschellen, Schlüssel, Abfanggabel, Bohrrohr-Kopfstück mit Bolzen, Wirbel, Schäkel, Fall-Fangschere, Zubehör und Ersatzteile.

Auch das Bohrverfahren ist ähnlich dem der Privatindustrie[3] und eingehend in den beiden Anleitungen dargestellt.

Ein Hinweis auf Ordnen und Aufbewahren der Bohrproben in Holzkästen, Führen eines Bohrtagebuchs, Feststellung des Bodenprofils und Beobachtung des Grundwasserspiegels beim Abbohren durch einen Sachverständigen (Geologen oder Bergmann mit geol. Vorbildung) erscheint dringend erforderlich, sonst verwischt sich im Lauf der Zeit das Bild der Bodenbeschaffenheit.

---

[1] Vergl. van Werveke, Mitteil. Geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen 1916. X. 1. p. 22.

[2] Vergl. z. B. Niedźwiedźki, a. a. O. p. 22 ff. — Höfer v. Heimhalt, a. a. O. p. 100 ff.

[3] Vergl. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Leipzig. I. Das englische, deutsche und kanadische Bohrsystem. 1886; II. Das Spülbohrsystem; III. Das Diamantbohrsystem. 1889; IV. Das Seilbohrsystem (Brunnenbohren). 1890. — Lueger, Wasserversorgung der Städte. 1890. p. 495—501 und 519—524. — Lueger-Weyrauch, desgl. 1914. p. 748 ff., 767 ff., 782 ff.

[4] Das Bohrgerät älterer Art hat bei gleichem Bohrlochdurchmesser 2 Ventilbohrer von 114 und 127 mm größtem Durchm. Außerdem ist beim Bohrgerät a. A. Krätzer und Glückshaken.

[5] Zum Nachschneiden in Tonen ist ein „Federschneider" vorteilhaft.

Man kann mit einem dieser Bohrgeräte Grundwasser bis zu einer Tiefe von rund 40 m unter Geländeoberfläche „in fast jedem Gebirge" (mächtiger harter Fels ausgenommen) erschließen. „Ist das Grundwasser bei 40 m Bohrtiefe noch nicht erreicht, so kann mit einem zweiten Bohrgerät unmittelbar weiter gebohrt werden . . . Reicht das mitgeführte Bohrgerät nicht aus, so sind Brunnenbau-

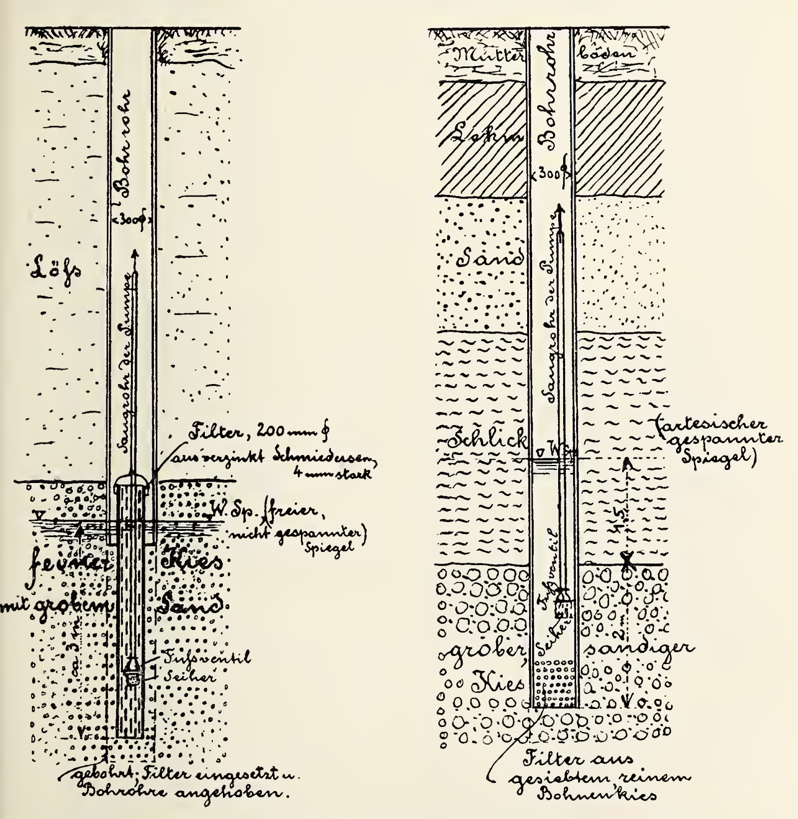


Fig. 2. Eingebautes Filterrohr. Fig. 3. Kiesfiltervorlage im Bohrrohr.

firmen heranzuziehen. Dieselben besitzen das zum Bohren erforderliche Handwerkszeug und Gerät und verfügen meist auch über geschultes Personal." Es werden dann auch andere Durchmesser der Bohrungen und oft mehrere teleskopartig ineinandergestellte schmiedeeiserne Bohrschalen erforderlich, deren äußere meist nachträglich wieder herausgezogen werden können, während die innerste (tiefste) zweckmäßig schmiedeeisern verzinkt (gegen Rosten) und wasserdicht überlappt geschweißt oder nahtlos eingebaut bleibt,

mit 4—7 mm Wandstärke und wasserdichten Gewindeverbindungen. Man beginnt solche Bohrungen mit möglichst weitem Durchmesser, geht damit so tief wie angängig und verengert sie auf größere Tiefen nur ganz allmählich teleskopartig, damit der unterste Enddurchmesser bei genügend großem Querschnitt dem Wasser ausreichende Durchgangsfläche bietet. In kiesigem grobsandigem Wasserträger wird ein Brunnen von etwa 20—60 cm Enddurchmesser in schmiedeeisernem verzinktem Rohr mit Muffenverbindung ungefähr ebenso zweckmäßig sein, wie in feinsandigem Material. Filterschlitze an ihrem unteren Ende sind bei genügend hoher Wassersäule und grobkörnigem Wasserträger nicht durch-

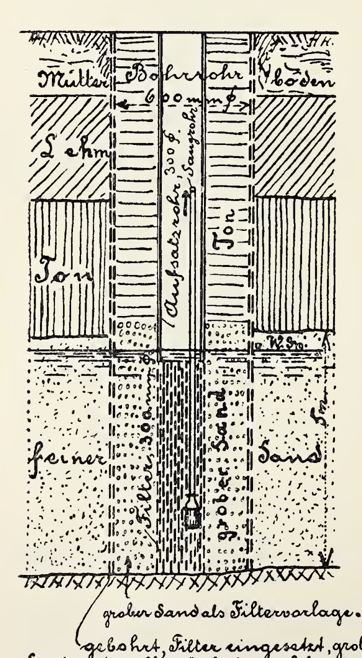


Fig. 4. Sandfiltervorlage um das Filterrohr herum.

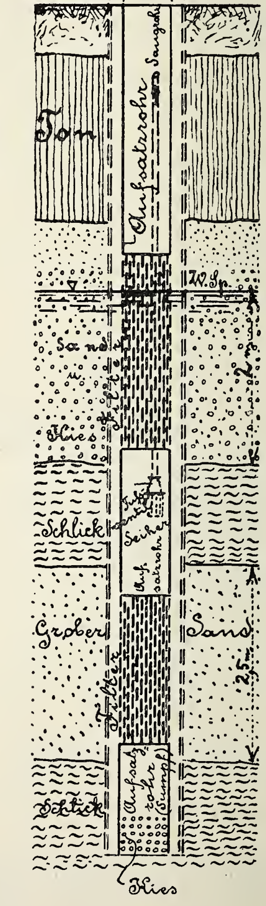


Fig. 5. Mehrere Filterrohrstücke mit Aufsatzrohren verbunden.

aus erforderlich (Skizze 3) [1]. In feinem Kies mit grobem Sand wird am besten ein Filterrohr in den Bohrrohrfuß eingebracht und das Bohrrohr entsprechend angehoben (Skizze 2); feinkörniger Boden kann besondere Kies- oder Sandfiltervorlagen im Bohrrohr (Skizze 3) oder um das unterste geschlitzte Filterrohr herum (Skizze 4) erforderlich machen. Es kommt auch vor, daß man Filterschlitze an mehreren durchlässigen Schichten einbauen muß, welche durch wasserundurchlässige Schichten getrennt sind. Letztere schließt man dann mit vollwandigen Aufsatzrohren ab (Skizze 5). In das Bohrrohr oder in das Aufsatzrohr wird ein besonderes Saugrohr von drei und mehr Zentimeter Weite eingebaut (Skizzen 2—5 und 8).

Die beiden militärischen Anleitungen zum Bohren rechnen also schon mit verfügbarer Zeit; sie schreiben Verwendung von Tiefbohrbrunnenmaterial im Kriege vor, „um entweder bei Neubauten von Voll- oder Feldbahnen in Gegenden mit wenig fließendem oder stehendem Wasser das zum Speisen der Lokomotiven erforderliche Wasser durch Erschließen von Grundwasserschichten herbeizuschaffen, oder um vom Feinde zerstörte Brunnenanlagen auf Bahnhöfen usw. durch neue ähnliche Anlagen zu ersetzen.“ Damit und mit den zugelassenen Bohrtiefen geht bereits die Anleitung 1901 weit über die Erfordernisse des reinen Bewegungskrieges oder der früheren verhältnismäßig kurzen Festungskämpfe hinaus, sie ahnt gewissermaßen die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten des langwierigsten aller Stellungskriege voraus.

Dem Bohrzeug ist das Brunnengerät im Feldgerät einer Eisenbahnbau-Kompagnie angepaßt und besteht aus:

1 Saug- und Druckpumpe mit Hand- und Riemenantrieb.
2 etwa je 5 m lange schmiedeeiserne 2″-Saugrohre.
1 Saugfilterspitze.
1 Arbeits-Pumpenzylinder mit Stechventil (für Wassertiefen über 5 m; Bohrlochpumpe).
Pumpengestänge (9 Stück, etwa je 4 m lang).
Steigerohre von 105 mm innerem, 114 mm äußerem Durchmesser (8 Stück, etwa je 5 m, 2 und 1 m lang, zusammen rund 33 m).
Pumpenanschlußstück und Frosthahn.
Stahldrahtbürsten, Rohrschellen, Zungen, Rohrschneider, Schlüssel, Laschen, Bolzen, Schrauben, Muffen und sonstiges Zubehör. Die Rohre und Gestänge haben Muffenverbindungen.

---

[1] Nach VAN WERVECKE 1916 a. a. O. p. 27 darf innerhalb der wasserführenden Schichten keine Verkleidung mit vollen Rohren erfolgen. Hierüber muß aber in jedem Einzelfall der Pumpversuch entscheiden; in mehreren von mir geleiteten Bohrungen haben vollwandige Rohre bei starkem Wasserzudrang von unten genügt.

Der Bohrtrupp besteht nach der „Anleitung“ aus 1 Offizier, 2 Unteroffizieren und 12 bis 24 Mann und bleibt zweckmäßig ununterbrochen in Arbeitsschichten tätig. Selbstverständlich wird man zu diesen schwierigen Arbeiten möglichst erfahrene Fachleute nehmen.

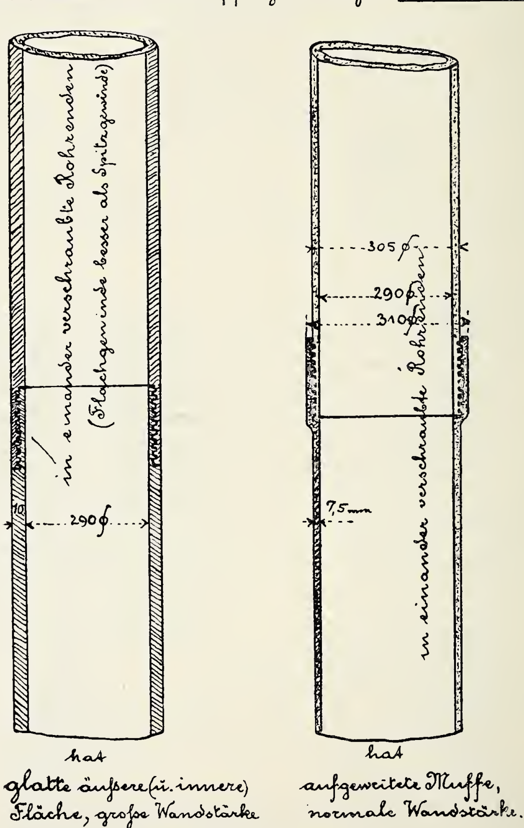


Fig. 6 a und b.

leute nehmen. An Bohrstellen, deren Bodenverhältnisse nicht genau bekannt sind, besonders in Gegenden, wo erst in größerer Tiefe Grundwasser zu erwarten ist, soll stets ein vollständiges Bohrgerät mit zugehörigem Sprengmaterial und Pumpenanlage an Ort und Stelle bereitgehalten werden; zu seiner Beförderung sind fünf zweispännige Fuhren von je etwa 1000 kg Tragfähigkeit erforderlich. Bei günstigen Bodenverhältnissen lassen sich täglich

6—9 m Bohrloch mit vollem Bohrtrupp herstellen, wenn Gestängebrüche, Meißeln oder Sprengen vermieden werden können; außerdem rechnet man 6—8 Stunden für den Einbau der Pumpe. Störungen sind unberechenbar. Nach dem Einbau der Saugrohre usw. werden die Bohrrohre des Geräts der Eisenbahntruppen gezogen, so daß die Saugspitze vollständig freiliegt und dem Grundwasser ungehindert Zutritt bietet. Wo jedoch aus dem Bohrloch artesisches

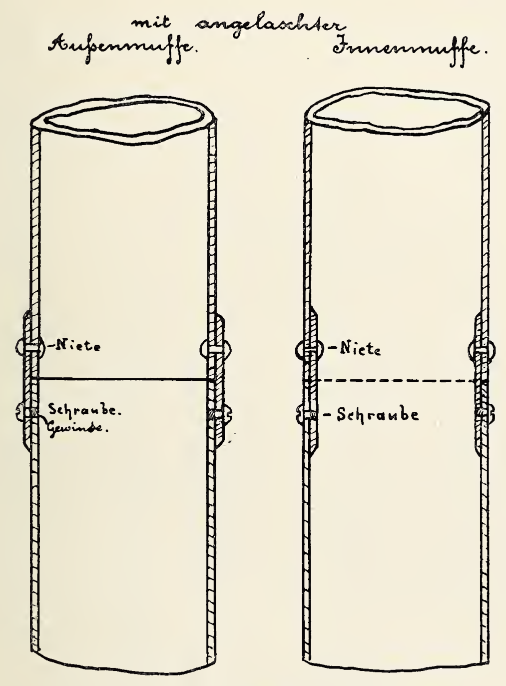


Fig. 7 a u. b. Rohr-Muffenverbindungen.

Druckwasser über die Geländeoberfläche aufsteigt, muß das Bohrloch vollwandig verrohrt bleiben, um sein Zufallen zu verhindern und durchlässige oder unbrauchbare Zwischenschichten abzuschließen [1]. Pumpe und Saugrohre sind dann entbehrlich, man wird den Auslauf möglichst hoch anordnen, um das Grundwasser anzustauen, und für Ableitung, Überlauf, sowie Leerlauf sorgen, damit das Grundwasser nicht verunreinigt werden kann.

---

[1] Lueger, a. a. O. 1890. p. 519, 521. Über die Brauchbarkeit der verschiedenen Wasserstockwerke muß die chemische und bakteriologische Untersuchung entscheiden.

Hygienisch wesentlich[1] ist, daß Bohrbrunnenrohre, welche unbrauchbares Wasser oberhalb der Filterrohre vom Eindringen in diese und in das Saugrohr abschließen sollen, und die ungelochten Teile des Saugrohres selbst wasser- und bakteriendicht sind, damit nur keimfreies tiefes Grundwasser angesaugt werden kann. Muffenverbindungen der einzelnen Rohrteile sind in dieser Hinsicht nicht so sicher und dicht, wie unmittelbare Verschraubung der Rohrenden ineinander (vergl. Skizzen 6 und 7). Gegen Verzinkung der Rohre wird geltend gemacht, sie könne auf die Dauer den Angriffen des Wassers doch nicht standhalten und gebe bei Verwendung kupferner oder messingener Tressenüberzüge auf dem Filter Veranlassung zu elektrischen Strömen und galvanischen Zersetzungen[2]. Ein besseres Material als schmiedeeiserne verzinkte, überlappt geschweißte oder nahtlose Bohrrohre mit Endverschraubungen ist jedoch m. W. bis jetzt nicht bekannt; für den Stellungskrieg genügen sie unbedingt, und Messingtressen pp. kann man durch sorgfältige Sandfiltervorlage (Skizzen 3 u. 4) ersetzen[3]. Die Pumpe oberhalb vom Bohrrohr soll möglichst seitlich davon montiert werden, das Saugrohr wird dazu am besten unmittelbar nach dem Austritt aus dem Bohrrohr nach der Seite abgebogen („geschleift"; Skizze 8); bei Bohrlochpumpen, welche im Bohrrohr selbst montiert werden müssen, ist natürlich ein seitliches Schleifen des darüber anschließenden Steigrohres von geringerem Wert. Auch die Antriebsvorrichtungen der Pumpen (mit Schwengel, Hebel oder Schwungrad sind möglichst seitlich vom Bohrbrunnenrohr anzubringen, jedenfalls darf der Wasserauslauf nicht unmittelbar über diesem (oder dem zugehörigen Arbeitsschacht, vergl. Abschnitt IV, „Brunnenschachten") angeordnet werden. Schließlich ist das freie Ende des Bohrbrunnenrohres und nötigenfalls auch die freien Enden weiterer Bohrmantelrohre, welche nach teleskopartigem Bohren etwa nicht gezogen werden, durch Flanschenabdichtung oder wenigstens übergreifende Zinkblechkappen um das Saugrohr herum zu schützen; dabei müssen etwaige Lüftungs- oder Frostrohre wasser- und keimdicht durch Flansch oder Blechkappe in das Bohrbrunnenrohr eingeführt werden (vergl. Skizze 8). Durch all dies soll unbedingt verhütet werden, daß Staub, Spritzwasser und verdächtiges Oberflächenwasser in das Bohrbrunnen- und Saugrohr hineingelangt, die einzelnen technischen Maßnahmen sind hiernach sorgfältig auszuwählen.

---

[1] Loesener, a. a. O. 1909. p. 17 ff. — Gaertner, Die Hygiene des Wassers. 1915. p. 480. — Lehrbuch der Militärhygiene. 1910. p. 261 ff.

[2] Gaertner, a. a. O. p. 102. — Lueger, a. a. O. 1890. p. 522. — Wasser und Abwasser. Leipzig 1911. p. 55.

[3] Diese ist m. E. auch der von Loesener (a. a. O. p. 19; Lehrb. d. Militärhyg. p. 262. Fig. 119) vorgeschlagenen „Gummiabdichtung gegen Sandauftrieb" vorzuziehen: Liegt der Gummi wirklich dicht an, so muß das unverletzte Einbringen oder Herausziehen dieses Filters nahezu unmöglich sein.

Bei reichlichem Wasserzufluß am Saugrohr und nicht zu großer Hubhöhe leistet die Bohrlochpumpe des Geräts der Eisenbahnformationen bei Antrieb

Brunnenschacht.

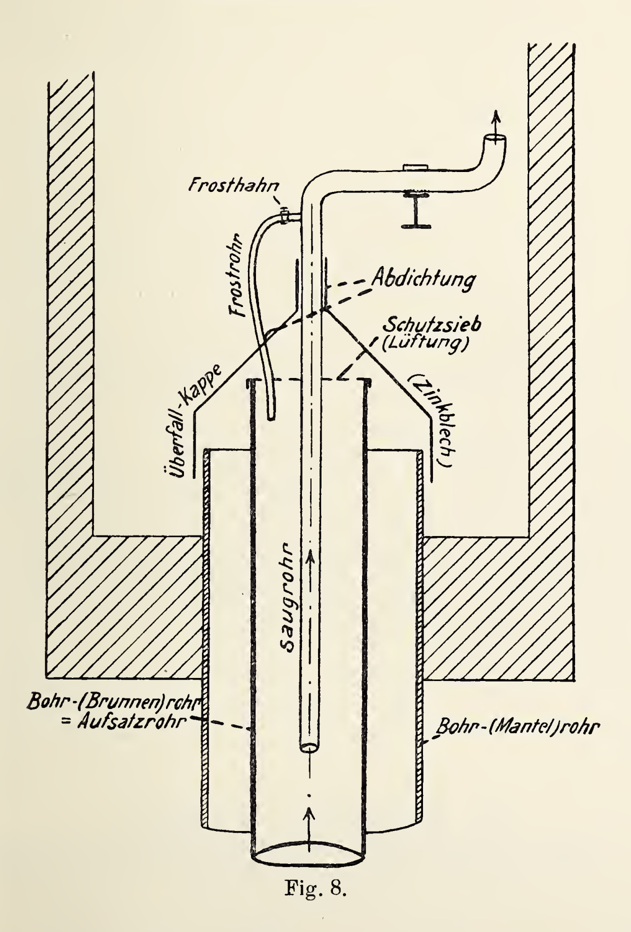


Fig. 8.

durch je 2 Mann mit vierstündiger Ablösung rund 1,5 cbm Wasser stündlich,
durch einen 3—4 pferdigen Motor 2,5—3,5 cbm stündlich,
„ „ 6 „ „ bis zu 6 „ „

Ihre Druckhöhe beträgt nach der „Anleitung“ bei Handantrieb nicht über 15 m, bei Motorantrieb 20—30 m.

Der Bohrrohrfuß soll nach der „Anleitung“ 1901 bis etwa 5—6 m, die Saugspitze bis mindestens 4 m unter Grundwasser-

spiegel gebracht, das Wasser, wenn irgend möglich, aus einer Kies- oder Grobsandschicht entnommen werden; die Erbohrung einer solchen wasserhaltigen Kies- oder Sandschicht in einer Mächtigkeit von etwa 5 m sei anzustreben; wenn sie aber in geringer Tiefe zu wenig Mächtigkeit habe und zu wenig ergiebig sei, so solle man weiter bohren. Bei hartem Boden können im Bohrloch Sprengungen erforderlich werden; „gelingt es auch nach mehrfachem Sprengen nicht, wieder andere Bodenschichten, in denen das Vorbohren schneller von der Hand geht, zu erreichen, so ist das begonnene Bohrloch aufzugeben und an einer anderen, günstiger erscheinenden Stelle ein neues Bohrloch anzusetzen". Man sieht, die Grundlage für das ganze Brunnenbohren ist fast ausschließlich geologisch: Ohne möglichst genaue Kenntnis des Untergrundes wird in sehr vielen Fällen Zeit, Arbeitskraft und Gerät nutzlos verwendet werden[1]. In Jura, Kreide und Tertiär Frankreichs würde man z. B. fast überall vergeblich nach den gewünschten mächtigen Kies- und Grobsandschichten suchen; stehen nach geologischer Untersuchung unter einer wenig ergiebigen, aber doch wasserführenden Schicht sehr mächtige Tone an — wie das häufig im besetzten Frankreich der Fall ist —, so hat Tieferbohren keinen Zweck, man muß sich dann mit dem wenigen Wasser begnügen und mit anderen technischen Hilfsmitteln (z. B. Schachtabteufen) seine Erschließung verbessern. Und ob man für größere Bohrtiefen als 40 m ein weiteres Bohrgerät bereitstellen soll, ob ein angefangenes Bohrloch aufzugeben oder ob und wo ein neues anzusetzen ist, das hängt in allererster Linie von der geologischen Beurteilung der Bodenverhältnisse ab. Man sollte deshalb stets vor Beginn der Bohrarbeiten erfahrene Geologen zu Rate ziehen und ihnen nach Möglichkeit Zeit lassen zur Feststellung der tatsächlichen Bodenverhältnisse, wenigstens durch die notwendigsten geologischen Aufnahmen ad hoc.

(Fortsetzung folgt.)

Über Paläontologische Hypothesen; Zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung und Die Frage einer Teilung der Geologie—Paläontologie.

Von **W. Branca.**

(Fortsetzung.)

Schlußfolgerung. Hiermit schließe ich meine Ausführungen aus Jaekel's Schriften. Eine Überfülle von Hypothesen, keine sicher begründet, viele in direktem Widerspruch mit den Erfahrungen und Anschauungen der

[1] Vergl. Schmiedicke, Über Brunnenanlagen bei Truppenübungen. Deutsche militärärztliche Zeitschrift XXXV. 1906. p. 71.

vergleichenden Anatomie und Embryologie, wieder andere das diametrale Gegenteil von dem aussagend, was JAEKEL vordem gelehrt hatte, einzelne (Atmung des Gehirns) unbegreiflich. Dazu eine Reihe von Ungenauigkeiten.

Ich habe damit nicht zu viel gesagt, jedenfalls hat mir alles Persönliche ferngelegen, ich bin rein sachlich geblieben. Mein Urteil steht auch keineswegs vereinzelt da; Urteile anderer Forscher lauten ganz ebenso, nur z. T. sehr viel schärfer, wobei sie jedoch durchaus sachlich bleiben:

Urteile anderer Forscher. Ein Paläontologe, und einer von namhaftem Rufe, WILLISTON, hat sich über die Arbeiten JAEKEL's, welche die Systematik der Amphibien—Reptilien betreffen, in gänzlich absprechender Weise geäußert. SAMUEL W. WILLISTON[1], Professor der Paläontologie in Chicago, kommt zu dem gänzlich ablehnenden Urteile, daß die von O. JAEKEL gegebene Systematik der Amphibien—Reptilien überhaupt nicht ernst genommen werden könne: „The recent classifications of JAEKEL are not to be taken seriously." Man kann mit wenigen Worten nichts Vernichtenderes über die Hypothesen in einer wissenschaftlichen Arbeit sagen, als das WILLISTON hier getan hat.

Wie Zoologen und vergleichende Anatomen über JAEKEL's Hypothesen denken, das geht einmal hervor aus den bereits in meinen Ausführungen angeführten ablehnenden Urteilen von BARFURTH, TORNIER, RÖTHIG (p. 279 u. a. O.). Sodann aber auch aus der Kritik des phylogenetisch-embryologischen Teiles der JAEKEL'schen Hypothesen durch PLATE. Dieser faßt seine überaus eingehende und rein sachlich gehaltene Arbeit[2], [3] darüber in folgenden Schlußworten zusammen:

„Das Gesamturteil über die JAEKEL'sche Arbeit kann natürlich nur sehr ungünstig lauten. Ihre Hauptfehler bestehen in der Fülle verfehlter oder ganz ungenügend bewiesener Behauptungen, in dem ungewöhnlichen Maß von Unkenntnis der einschlägigen Literatur, selbst der von ihm zitierten Werke, in

---

[1] American Permian Vertebrates. Chicago 1911. p. 2.

[2] JAEKEL, Erwiderung auf Herrn PLATE's Kritik meines Aufsatzes über Deszendenz. Naturwissenschaftl. Wochenschr. N. F. II. p. 234—45.

[3] L. PLATE, Ebenda 1902. No. 9. p. 101—103. Vergl. auch darüber L. PLATE, Deszendenztheoretische Streitfragen, eine Rechtfertigung meiner Kritik der Schrift von Prof. JAEKEL. Biolog. Centralbl. **23**. 1903. p. 665—678, 704—720, 741—757, im besonderen p. 665 und 666, wo PLATE eine Blütenlese der von JAEKEL gegen ihn gebrauchten Ausdrücke und Beschuldigungen zusammenstellt.

der Oberflächlichkeit, die sich darin dokumentiert, daß er schwierige Probleme mit ein paar nichtssagenden Sätzen abtut und darin, daß er durch Aufstellung nutzloser hochtönender Fremdworte unsere Erkenntnis zu fördern glaubt. Von bleibendem Wert sind hingegen die direkten Beobachtungen an dem fossilen Material, namentlich an Pelmatozoen. Auch die hieraus abgeleiteten Stammbäume scheinen im wesentlichen einwandsfrei zu sein, soweit man hierüber sich bloß an der Hand seiner Angaben[1] ein Urteil erlauben darf. Die theoretischen Erörterungen hingegen, die er hieran anknüpft, um uns eine Vorstellung von den Wegen phylogenetischer Entwicklung, von dem Wie der Entstehung der Arten, zu verschaffen, erscheinen mir fast ausnahmslos verfehlt. Ich schreibe diese Sätze selbstverständlich nicht in einem Gefühl persönlicher Animosität, sondern um Jaekel im Interesse der Wissenschaft zu ermahnen, bei der nächsten Gelegenheit mit mehr Kritik und Vorsicht an die Beurteilung theoretischer Fragen heranzutreten."

Seitdem ist aber Jaekel auch weiterhin mit einer ganzen Anzahl von Hypothesen hervorgetreten, von denen ich im Vorhergehenden eine Auswahl und nur von solchen gegeben habe, die meines Wissens bis zur Gegenwart von ihm vertreten werden.

Das Ergebnis aus dieser Besprechung dieser neueren Hypothesen Jaekel's, sowie aus den Urteilen, die Williston, Pompeckj, Plate, Barfurth, Tornier, Röthig fällten, und ferner aus der vollständigen Ablehnung, welche die gewagten Hypothesen Steinmann's durch Jaekel selbst[2] erfuhren, endlich aus dem Kampfe, den Tornier gegen die bisherige Art der Aufstellung der Dinosaurier mit Hilfe seiner vergleichend anatomischen Untersuchungen so erfolgreich eröffnete — ich sage, das Ergebnis aus all diesen Urteilen läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Daß die Paläontologie auf einem verderblichen Wege wandelt, wenn sie auf dem von Jaekel (auch einmal von Steinmann) eingeschlagenen Verfahren beharrt, wirkliche gründliche vergleichend anatomische, embryologische und zoologische Kenntnisse durch Hypothesenbildung zu ersetzen, und namentlich, wenn das durch solche Hypothesen geschieht, die den grundlegenden Anschauungen diametral widersprechen, welche die Bearbeiter lebender Formen nach gründlichster Forschung gewonnen haben.

Das von Jaekel gemünzte Wort vom angeblichen „Tiefstand" der Paläontologie in Deutschland (siehe p. 304. No. 2) könnte sonst zur Wahrheit werden, denn unter jenen Hypo-

---

[1] Von mir gesperrt gedruckt.

[2] Auch durch Pompeckj, Diener, Stromer von Reichenbach und mich.

thesen finden sich bereits nicht wenige Stufen, die steil hinabführen!

2. Daß die von mir geforderte, von JAEKEL so scheel angesehene, wirkliche zoologische, embryologische, physiologische und vergleichend anatomische Vor- und Durchbildung (Tl. II No. 6) für die, welche, wie er, reine Paläozoologen sein wollen, ein absolut notwendiges Erfordernis ist, und besonders dann ganz unerläßlich wird, wenn bei der von JAEKEL ja so heftig angestrebten Abtrennung einer reinen Paläozoologie von der Geologie die Wissenschaft gewinnen soll. Andernfalls müßte es schließlich so weit kommen, daß naive Menschen die Überzeugung gewönnen, eine Begabung mit lebhafter Phantasie sei das wesentlichste Erfordernis für Betätigung in der „reinen" Paläozoologie.

3. Daß gerade der nur über Tatsachen hinführende „nüchterne" Weg der paläontologischen Forschung ein vollberechtigter ist.

4. Daß folglich der von mir wie von POMPECKJ geleistete Widerstand gegen JAEKEL's Pläne und gegen das Überhandnehmen wilder Hypothesen in unserer Wissenschaft nicht eine Bekämpfung, zudem in so persönlich schmähender Form, verdient, wie sie von JAEKEL gegen uns beliebt wird, sondern im Gegenteil den Dank der reinen Paläontologen.

5. Es wäre also keineswegs berechtigt, wenn JAEKEL als der berufene Wortführer in allen diesen für die Geologie und Paläontologie so wichtigen Lebensfragen angesehen würde. Er hat nicht durch überwiegende Leistungen auf dem Gebiete der Paläontologie sich eine derartige überragende Stellung in der Paläontologie geschaffen, daß mit Recht sein Urteil höher als das unsrige und als das fast aller deutschen Geologen eingeschätzt werden dürfte, und daß er also mit Recht immer wieder versuchen dürfte, die maßgebenden Stellen zu Maßnahmen zu drängen, die nach verschiedenen Richtungen hin in unserer Wissenschaft verderblich wirken würden, indem:

a) die dringlichste Art einer Teilung der Geologie—Paläontologie einerseits in Allgemeine Geologie und andererseits in Historische Geologie—Paläontologie zurückgedrängt werden würde, durch eine weniger dringliche in einerseits Allgemeine + Historische Geologie und andererseits Paläontologie;

b) die Historische Geologie auf das schwerste für lange Jahre hinaus geschädigt werden würde, weil man ihr, wo größere Sammlungen vorhanden sind, diese mehr oder weniger zugunsten des reinen Paläontologen fortnehmen würde;

c) auch die reinen Paläontologen geschädigt werden würden, indem man ihnen die Möglichkeit nimmt, in Stellungen als Vertreter der Historischen Geologie—Paläontologie berufen zu werden;

d) die wenigen größeren paläontologischen Sammlungen, indem man sie als „Museum“ selbständig macht, dem Unterrichte entzogen werden.

2. Prüfung der Berechtigung Jaekel's, von einem „Tiefstand“ der Paläontologie in Deutschland sprechen zu dürfen.

Nachdem in dem vorhergehenden Abschnitte gezeigt worden ist, daß man aus Jaekel's wissenschaftlichen Leistungen keine Berechtigung ableiten kann, ihn als den gegebenen Wortführer über diese Fragen in Deutschland anzusehen, soll nun weiter geprüft werden, ob wirklich die Dinge so liegen, daß Jaekel berechtigt ist, von einem „Tiefstande“ der Paläontologie in Deutschland gegenüber anderen Staaten sprechen zu können.

Ich werde im folgenden zeigen, daß das eine müßige Redensart ist, die ihren Zweck, zu schrecken, verfehlen muß, sobald man ihr prüfend ins Gesicht schaut.

Diese angebliche Vernachlässigung der Paläontologie gilt auch nicht für die Universität, auf die sie besonders gemünzt ist, für Berlin; denn ich habe in den 15 Jahren meines Hierseins nicht weniger als ca. 400 000 Mk. für Paläozoologie, fast nur der Wirbeltiere, ausgegeben; das Geld ist zum größeren Teile von mir zu diesem Zwecke, recht mühselig, gesammelt worden. Sieht das wie ein „Tiefstand“, wie ein Mangel an Interesse an Paläontologie aus? Und sind denn die besseren unter den paläontologischen Arbeiten, die von deutschen Geologen gemacht sind, etwa minderwertiger als die paläontologischen Arbeiten Jaekel's und anderer, fremder Paläozoologen? Ich muß sagen, daß ich keinen Unterschied zu finden vermag, der zugunsten der fremdländischen und auch der Arbeiten Jaekel's spräche, soweit es die Gründlichkeit und Genauigkeit der Beobachtungen und der Beschreibung anbelangt; und das ist das Wesentliche, das mehr oder weniger Unvergängliche. An Kühnheit der Spekulation — diese aber ist das mehr oder weniger Vergängliche — stehen sie freilich weit hinter Jaekel's Arbeiten zurück; aber das ist gerade ein Vorzug.

Indessen Jaekel's Ausspruch von dem angeblichen „Tiefstand“ der Paläontologie in Deutschland ist zweideutig: Er kann sich beziehen auf die wissenschaftlichen Arbeiten, und er kann sich beziehen auf die Vertretung der Paläontologie an den Hochschulen. Um letzteres angeblich zu erweisen, führt Jaekel an,

was darin in anderen Staaten, im besonderen in England, Frankreich, Amerika für die Paläontologie geschehe. Er wendet also die wissenschaftliche Methode des Vergleiches an. An der Hand der Angaben des Geologen-Kalenders von Keilhack will ich ebenfalls diesen Weg einschlagen; aber ich werde natürlich den Vergleich so führen, wie ein richtiger Vergleich geführt werden muß, so schwierig das auch in diesem Falle ist.

Wenn man das, was bei uns und bei den anderen Staat und Wissenschaft für die Paläontologie geleistet haben, gegenüberstellen und vergleichen will, muß man zunächst die Größenverhältnisse auf beiden Seiten vergleichen. Kein Zweig des Geisteslebens eines Volkes hängt, unter sonst gleichen Verhältnissen, so von der Größe seines Landes ab, wie die Möglichkeit des Sammelns von Versteinerungen und der Anreiz dazu, sowie zu der wissenschaftlichen Bearbeitung derselben. Es liegt doch auf der Hand, daß, unter sonst gleichen Verhältnissen natürlich, ein xmal so großes Reich auch xmal so viel Gelegenheit geben wird, Versteinerungen zu sammeln, daher xmal mehr Möglichkeit und Anregung geben wird, diese zu untersuchen, als ein anderes, xmal kleineres, mit jenem zu vergleichendes Land.

Gewiß kann man Versteinerungen auch aus anderen Ländern erwerben und diese dann bearbeiten, doch wird man da meist schon bearbeitetes Material erhalten, so daß im allgemeinen nur eine kümmerliche Nachlese möglich ist. Oder man kann auch hier und da einmal eine von einem höheren Gesichtspunkte aus zusammenfassende Arbeit über fremdes Material versuchen und sich in Stammbäumen und Hypothesen ergehen. Die sind aber ein gefährlicher Boden. Aber das alles verschwindet doch gegenüber der Fülle von Arbeitsmöglichkeit, daher Anregungen zur Arbeit, die sich ergeben, wenn ein riesig großes Land seinen eigenen Gelehrten das fossile Material überreich darbietet. Wie kann man das in Parallele stellen wollen mit einem Lande, in dem die vielleicht 10—30mal geringere Größe auch entsprechend geringeres fossiles Material darbietet?

Die folgenden Zahlenangaben verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Kollegen Penck. Es haben Flächeninhalt:

Deutsches Reich . . .	541 000 qkm	und mit Kolonien	3 448 000 qkm
Großbritannien, Stammland	314 000 „	„ „ „	30 402 000 „
Vereinigte Staaten von Nordamerika . . .	9 728 000 „	und mit abhängigen Gebieten	10 036 000 „
Frankreich	536 500 „	und mit Kolonien	8 443 000 „

Unter sonst gleichen Verhältnissen würden somit Frankreich $2\frac{1}{2}$mal, die Vereinigten Staaten von Nordamerika ungefähr 3mal, Großbritannien ungefähr 9mal so viel — ich will es kurz bezeichnen als — für die Paläontologie geleistet haben müssen als Deutschland.

Aber noch sehr viel mehr; es ist dabei doch noch folgendes zu berücksichtigen: Die Kürze der Zeit, während der Deutschland seine Kolonien erst besitzt und paläontologisch ausbeuten konnte, und die Länge der Zeit, während der das in Großbritannien und Frankreich, wenigstens für zahlreiche ihrer Kolonien, der Fall war. Stellt man diesen Faktor mit in Rechnung, so müßten Frankreich und Großbritannien noch gewaltig mehr als nur $2\frac{1}{2}$mal bezw. 9mal so viel für die Paläontologie geleistet haben als Deutschland; wenn man das berücksichtigt, so kommt man für Frankreich auf eine Zahl von 10—12mal, für England auf eine Zahl von 30—50mal!

Für die Vereinigten Staaten bleibt es sich ziemlich gleich, ob man nur das Stammland oder auch seine abhängigen Gebiete rechnet. Von diesem großen Stammlande aber gilt das eben Gesagte in ähnlicher Weise: Es bietet zum überwiegend größten Teile seit sehr viel längerer Zeit den Sammlern sich dar, als die erst seit kurzem erworbenen deutschen Kolonien. Auch Amerika müßte daher nicht bloß 3mal, sondern mindestens 10mal mehr für die Paläontologie geleistet haben als Deutschland, wenn man beider Leistungen richtig vergleichen will.

Was hat nun Großbritannien, das uns von Jaekel als eins der Muster hingestellt wird, gegenüber denen wir uns im „Tiefstande“ angeblich befinden sollen, in Wirklichkeit geleistet? Namentlich wenn man auch den ungeheuren Reichtum an Geld in Erwägung zieht, der England eigen ist. Großbritannien und Irland haben in Europa vielleicht für Paläontologie 1 Lehrstuhl in der Cambridge Univ. Ich vermag aber nicht klar zu sehen, ob das nicht etwa eine Professur für Geologie ist, so daß dann auch diese eine Professur bei vorliegender Aufzählung nicht gezählt werden dürfte. Dazu kommen dann in Cambridge (Woods) und in Edinburgh (Gordon) je 1 Lektor. Die am British Museum angestellten Paläontologen sind wohl nicht Dozenten. In den afrikanischen Universitäten und Colleges besteht nicht nur kein Lehrstuhl für Paläontologie, sondern es sind auch noch die Mineralogie, Geologie, Paläontologie zusammen immer nur in 1 Lehrstuhl vereint. In Australien haben die Otago Univ. und das Canterbury Univ. College auf Neuseeland je 1 Lehrstuhl für Paläontologie; dazu die Univ. in Sidney 1 Lektor. Also das riesig große und riesig reiche Großbritannien hat mit seinen Kolonien nur 2 (viel-

leicht 3) Professuren für Paläontologie, dazu 3 Lektoren. An und für sich geht uns das gar nichts an, es kann uns auch völlig gleichgültig sein, was Großbritannien in dieser Beziehung tut. Wenn aber O. Jaekel seine Behauptung von dem angeblichen „Tiefstande" dieser Wissenschaft bei uns durch großbritannische Verhältnisse erläutern und stützen will, dann müssen wir diese letzteren ins Auge fassen und dann sieht man, wie leicht Jaekel es sich mit seinen Behauptungen macht. Jaekel macht Vergleiche, ohne zu prüfen, und will hochgradig Ungleichwertiges gleichstellen. An diesem Urteile ändert auch das Vorhandensein der großen paläontologischen Abteilung des British Museum nichts. Wir haben in Berlin, München, Stuttgart, Frankfurt a. M., d. h. an den größeren Sammlungen ja ebenfalls, und sehr tüchtige Kustoden, Konservatoren, Assistenten, oder wie sonst ihr Titel lauten möge, als Paläontologen.

Sodann führt Jaekel Frankreich als ein Land an, das uns paläontologisch so sehr in den Schatten stelle. Diese Behauptung ist ähnlich haltlos wie jene bezüglich Großbritanniens; denn was die Lehrstühle betrifft, so steht Frankreich durchaus nicht besser da als Deutschland; und nur das Pariser paläontologische Museum übertrifft vielleicht an Umfang die von Berlin und Stuttgart, ob auch das von München? Jaekel kannte doch zweifellos die Arbeit Kilian's, die in deutscher Sprache bei uns erschienen ist, über diese Verhältnisse in Frankreich. Kilian sagt[1], daß in Frankreich an den Hochschulen keine einzige Professur für Paläontologie vorhanden sei, abgesehen von einem phytopaläontologischen Lehrstuhl in Lille, der aber nicht vom Staate, sondern von der Universität bezahlt wird. In Frankreich ist sogar noch an 10 Universitäten nur 1 Professur für Mineralogie—Geologie—Paläontologie vorhanden; es steht darin also gegenüber Deutschland weit zurück. In Paris werden im Geologen-Kalender dann an der École sup. des Mines (Grandjean) und am Musée d'Hist. Nat. (Boule) je 1 Professur für Paläontologie aufgeführt, die Kilian jedoch bei seinen Angaben über die Hochschul-Professuren nicht mit im Sinne hat.

Auch nur scheinbar richtig steht es mit Jaekel's Behauptung, wenn er die Vereinigten Staaten von Nordamerika uns gegenüberstellt; denn wie vorhin gezeigt, er stellt völlig Ungleichwertiges in Parallele. Es ist doch sehr erklärlich, daß in dem räumlich so gewaltig großen Gebiete, wie es das der Vereinigten Staaten von Nordamerika ist, das zugleich auch einen so gewaltigen Reichtum an fossilen Reptilien und Säugern besitzt, die Paläonto-

---

[1] Kilian und Gignou, Geologie und geologischer Unterricht an den französischen Hochschulen. Geol. Rundsch. Leipzig bei Engelmann. 4. 1915. p. 536.

logie notgedrungen sehr viel ausgedehnter sich betätigen mußte als in unserem dagegen so kleinen und an fossilen Reptilien, namentlich aber Säugern, so verhältnismäßig armen Gebiete. Was wollen die kümmerlichen Reste fossiler Säuger in Deutschland gegenüber ihrer unerschöpflichen Fülle in Nordamerika besagen? Derselbe Gegensatz muß daher ganz notwendig in der Fülle der Arbeiten über diese und in der Zahl der Professuren bestehen. Somit ist es nur den Verhältnissen entsprechend, wenn, zumal bei dem Geldreichtum der Vereinigten Staaten, infolge der oben geschilderten Verhältnisse 6, bezw. 7 oder 8, Professuren für Paläontologie vorhanden sind (Columbia Univ.?, Harvard Univ.?, Yale Univ., Chicago Univ., Pittsburg Univ., Stanford Univ. Calif., Amherst College). Es ist mir jedoch unbekannt, wie viele von diesen etwa aus privaten Mitteln besoldet werden. Sollte das der Fall sein, dann würde sich die Zahl der vom Staate Angestellten natürlich um diese Zahl verringern. Von den beiden erstgenannten ist es mir auch fraglich, ob das etatsmäßige Ordinariate oder nur Assistenten sind. Von solchen finde ich in dem Geologen-Kalender noch 2 bezw. 3 (Boston Techn. Institut, Minneapolis Univ., dazu dort noch 1 „Instructor").

Das würde somit im ganzen an den Hochschulen in den Vereinigten Staaten 6, bezw. 7 oder 8, Ordinariate und 2 bezw. 3 Assistenten für Paläontologie ausmachen, nicht aber die doppelte Zahl, nämlich 16 etatsmäßige Professuren, wie Jaekel sie angibt. Zu der von mir genannten Zahl würden dann noch solche Paläontologen hinzukommen, die an Museen angestellt sind. Ob mit Hinzurechnung dieser jene Zahl von 16 herauskommen würde, weiß ich nicht. Wie ich vorher berechnet habe, müßten ja die Vereinigten Staaten mindestens 10mal so viel paläontologische Professuren haben wie Deutschland. Steinmann aber hat geltend gemacht[1], daß Jaekel mit den [angeblich vorhandenen. Br.]

[1] „Eine Parallele zwischen unseren deutschen und den amerikanischen Verhältnissen, wie sie Herr Jaekel gezogen hat, liefert nur dann ein richtiges Bild, wenn sie sich nicht auf das eine Spezialfach beschränkt; wir müssen auch die geologische Parallele ziehen, und die Verschiedenheit der Einrichtungen berücksichtigen. Nach Jaekel waren schon im Jahre 1905 16 etatsmäßige Ordinariate für Paläontologie in den Vereinigten Staaten vorhanden. Das ist wohl richtig [Steinmann hat das ohne weiteres wohl als richtig angenommen, meine Zweifel dagegen habe ich oben dargelegt], aber es ist nicht beigefügt, wieviel geologische Ordinariate daneben bestanden. Ich will diese Lücke zu ergänzen suchen. An der Universität Chicago gab es damals 5 Ordinariate für Geologie, eins für Petrographie, je ein Extraordinariat für Morphologie und Geographie. Daneben ein Ordinariat für Paläontologie und Geologie. An der Columbia University bestand ein Ordinariat für Geologie und ein zweites für Paläontologie und Stratigraphie. An der Harvard University

16 Professuren gar kein Übergewicht in paläontologischer Hinsicht für die Vereinigten Staaten beweisen würde, weil diese ja auch eine ganz entsprechend viel größere Zahl von geologischen Professuren haben als wir.

Deswegen also wird man unmöglich von „Tiefstand" der Paläontologie bei uns sprechen können, denn diese Unterschiede liegen begründet in jenen unabänderlichen Verhältnissen; auch was die wissenschaftliche Güte der paläontologischen Arbeiten in Deutschland anbetrifft, so bestreite ich, daß Jaekel auf sie den Ausdruck „Tiefstand" im Vergleich mit jenen amerikanischen mit Recht anwenden dürfte.

Soweit es sich aber um exakte Untersuchungen fossiler Formen von deutschen Forschern handelt, vermag ich keinerlei „Tiefstand" zu erblicken. Wenn wir in Deutschland sehr viel weniger neue fossile Formen entdecken und beschreiben können, als die amerikanischen und englischen Forscher, so liegt das eben nicht an uns, sondern an den auf p. 305 und 306 gewürdigten Verhältnissen.

Nur soweit es sich um kühn spekulative Arbeiten, um unbegründete oder mangelhaft begründete Hypothesen auf dem Gebiete der Paläontologie handelt, mag Jaekel gegenüber diesen ja recht haben, wenn er das Wort „Tiefstand" durchaus anwenden will. Damit aber träfe er eigene Arbeiten. Es werden sich indessen hoffentlich nicht weitere deutsche Forscher in der Paläontologie finden, die ebenfalls diese schwankenden Pfade zu betreten Neigung haben.

Keine Lehrstühle für Paläontologie finden sich in Spanien, Portugal, den Balkanländern außer Rumänien, der Schweiz, Holland, Japan.

Dagegen sind in Rußland am Berginstitut in Petersburg und am Technolog. Institut in Tomsk je 1 Professur; in Rumänien 1; in Italien am Ist. Studi sup. in Florenz 1 (andere in Italien sind wohl Geologen—Paläontologen). Belgien hat in Brüssel 1 Extraordinariat, in Lüttich 1 für Paläontologie; Norwegen (Kristiania) 1 Extraordinariat; Schweden (Upsala) 1 Extraordinariat; Österreich-Ungarn (Wien) 1 Ordinariat. Dieser Ordinarius aber liest im wesentlichen auch die Historische Geologie neben der Paläontologie; er ist also, genau so

---

ein Ordinariat und ein Extraordinariat für Geologie, ein Ordinariat für physikalische Geographie, ein Extraordinariat für Paläontologie; an der Yale University zwei Ordinariate und ein Extraordinariat für Geologie, keins für Paläontologie."

„In Amerika hat man also, wie obige Daten zeigen, im Unterrichte Geologie und Paläontologie mehr, z. T. erheblich mehr gefördert als bei uns, aber keineswegs die Paläontologie allein."

wie Pompeckj und ich es befürworten, tatsächlich Vertreter der Historischen Geologie—Paläontologie, wenn er auch nominell nur Professor der Paläontologie ist[1]. Für Wirbeltiere und Paläobiologie sind dann noch 2 Extraordinariate in Wien vorhanden (1 ist jetzt persönlicher Ordinarius). In Budapest 1 Ordinarius.

In Deutschland hat München 1 Extraordinarius für Paläontologie. Aachen hat 1 Extraordinarius für Historische Geologie und Paläontologie. Heidelberg hatte bis vor kurzem, Bonn früher, ein Institut für Historische Geologie und Paläontologie. Berlin hat jetzt 1 „Lehrauftrag" für Paläontologie. Es hatte 1 Extraordinarius für dieses Fach (Jaekel), der seine Besoldung aber als Kustos erhielt; seit etwa 6 Jahren ist eine Reihe von Versuchen gemacht, die nötigen Mittel für dieses Extraordinariat zu beschaffen: Das eine Mal in Form des Gehaltes für einen zweiten Kustos, zweimal in Form des Gehaltes für einen „gehobenen Assistenten", endlich direkt in der des Gehaltes für einen Extraordinarius. Das aber sind Verhältnisse, die mich im letzten Abschnitte zu einer Abwehr gegen eine neue Verdrehung zwingen, wie sie O. Jaekel zu wiederholten Malen meinen Worten hat zuteil werden lassen.

Zu diesen als Lehrer angestellten Paläontologen kommen dann für Deutschland noch die an den größeren Sammlungen angestellten Beamten hinzu, die ich schon auf p. 306 bei England erwähnte.

Eine Zusammenfassung dieser Ausführungen ergibt, daß Jaekel's Behauptung von dem angeblichen „Tiefstande" der Paläontologie in Deutschland gegenüber anderen Staaten weder bezüglich der wissenschaftlichen Arbeiten, noch bezüglich des Lehrens oder der Lehrer richtig ist. Der Druck, der mit diesem seinem Schreckworte ausgeübt werden sollte, beruht auf völlig unrichtiger Grundlage. Wollte man selbst anerkennen, daß in den Vereinigten Staaten verhältnismäßig mehr für paläontologische Lehrstühle getan wird, so gilt, wie Steinmann hervorhob, doch genau dasselbe dort für geologische Lehrstühle.

3. Sollen, wie Jaekel anstrebt, größere paläontologische Sammlungen als Museen von den Unterrichtssammlungen abgetrennt werden?

Ein ganz unglücklicher Gedanke Jaekel's ist es, daß er bei uns paläontologische Museen, also von den Unterrichtsinstituten los-

[1] Ebenso kann dort auch der Allgemeine Geolog so viel von der Historischen Geologie in seine Vorträge hineinziehen, wie er für gut befindet.

gelöste Sammlungen, vermißt und wünscht. Er hat freilich im besonderen aus naheliegenden Gründen hierbei Berlin im Auge; doch würde natürlich folgerichtigerweise für München und jede andere große paläontologische Sammlung dasselbe gelten müssen. Pompeckj hat sich schon in ablehnendster Weise dagegen ausgesprochen, auch ich würde eine solche Abtrennung für einen verhängnisvollen Fehler halten. Das mag ja für den Direktor eines solchen Museums eine sehr angenehme Stellung sein, aber für den Unterricht leisten sie nichts.

Zudem würde auch damit der beste Teil der Sammlung dem Unterrichtsinstitute entzogen; nur das also, was der Museumsdirektor als für ihn nicht begehrenswert übrig ließe (vulgo „der Schund"), würde dem Unterrichtsinstitute verbleiben; der Unterricht würde also auf lange Zeiten hinaus schwer geschädigt sein. Oder wollte Jaekel an dem abgetrennten Museum ebenfalls ein Unterrichtsinstitut errichten? Dann hätte der Staat zwei solcher Unterrichtsinstitute zu unterhalten.

Vor allem aber ist zu erwägen, daß doch ein himmelweiter Unterschied zwischen „Museum" und „Museum" liegt. Wenn z. B. in Berlin das riesengroße zoologische Museum mit seinem großen Stabe von Beamten von dem zoologischen Institute abgetrennt worden ist, so geschah das mit völligstem Rechte. Es war eine absolute Notwendigkeit. Wollte man aber das dagegen winzige paläontologische „Museum" von dem paläontologischen Institute abtrennen, so wäre das ein ebenso absoluter Mißgriff. Daß unsere paläontologische Sammlung in Berlin den Namen „Museum" führt, ist ganz überflüssig. Der Name „Sammlung" wäre durchaus genügend; jener ist wohl nur entstanden durch ihre Unterbringung im „Museum für Naturkunde" und dadurch, daß wir den besten Teil der Sammlung als „Schaumuseum" für Studierende und für jedermann ausgestellt haben. Das geschieht ja aber genau ebenso in allen anderen geologischen und paläontologischen Sammlungen der Universitäten, ohne daß man sie darum dort jemals als „Museum" bezeichnet hätte; man nennt sie dort „Schausammlung", und einen anderen Namen sollte sie auch in Berlin nicht haben.

Wem wäre also gedient mit dieser Loßreißung der paläontologischen Sammlung vom Unterrichtsinstitute? Dem Unterrichte nicht, der würde nur geschädigt werden. Der Forschung auch nicht, denn warum sollte die dadurch gewinnen? Nur also dem, der der Direktor dieses Museums werden würde!

Ganz besonderes Gewicht legt auch Jaekel darauf, und er denkt gewiß damit Eindruck zu machen, wie es bei anderen Völkern sei; so müßten wir, sagt er, es auch machen. Warum aber sollen wir in Deutschland auf dem Gebiete der Geologie—Paläontologie es

nicht so machen, wie **wir** es für richtig halten, und wie es sachlich und besonders für uns richtig ist?

Ich habe zur Genüge (p. 304 ff.) gezeigt, daß sich die Verhältnisse in Großbritannien, Frankreich, den Vereinigten Staaten von Nordamerika nicht im entferntesten mit den unsrigen vergleichen lassen. Wenn diese Staaten durch ihr riesiges Gebiet entsprechend riesige Massen von Versteinerungen gesammelt haben, dann mag die Notwendigkeit zu ihrer Aufstapelung in eigenen Museen dort vorgelegen haben. Bei uns liegt nicht das erstere, also auch nicht das letztere vor, wir werden unsere Sammlungen in Geologie und Paläontologie sehr viel fruchtbringender für Unterrichtszwecke benutzen können als zur Schaffung von Museen.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. Liefg. 9. 1915. p. 481—640. Mit 1 Tafel und vielen Abbildungen, Tabellen und Diagrammen. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff.

Die vorliegende Lieferung hat folgenden Inhalt: Leucit (Genesis, Schluß) (C. Doelter). Kalifeldspat (C. Doelter). Analysenmethode des Orthoklases († M. Dittrich). Orthoklas (C. Doelter). Bildung der Feldspäte aus wässerigen Lösungen bei hohem Druck (Emil Baur). Chemisch-technische Verwertung des Kalifeldspats (L. Jesser). Cäsiumsilikate. Pollux (Pollucit). Rubidiumsilikate. Beryllium-Aluminiumsilikate. Analysenmethode der Beryllium-Aluminiumsilikate. Beryll. Euklas. Magnesium-Aluminiumsilikate. Magnesium-Aluminiumorthosilikat (Pyrop). Cordierit. Sapphirin. Kornerupin. Prismatin. Grandidierit. Batavit. Chloritgruppe. Orthochlorite (Anfang). Alle diese letzteren Abschnitte sind vom Herausgeber (C. Doelter) verfaßt.

Max Bauer.

Personalia.

Der Kustos, Privatdozent Dr. **F. X. Schaffer** ist zum außerordentlichen Professor an der Universität Wien ernannt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Bemerkungen zu einer Arbeit von O. Andersen „Das System Anorthit—Forsterit—Kieseldioxyd".

Von **H. E. Boeke.**

Mit 1 Textfigur.

Bei einer Untersuchung des Systems Diopsid—Forsterit—Kieseldioxyd fand N. L. Bowen [1], daß Klinoenstatit und Diopsid eine lückenlose Reihe von Mischkristallen bilden, deren optische Eigenschaften sich mit der Zusammensetzung deutlich ändern. Auch mineralogisch sind solche Mischkristalle wohlbekannt. Dagegen gibt O. Andersen [2] in seiner Abhandlung über das System Anorthit—Forsterit—Kieseldioxyd an, daß sich aus den gemischten Schmelzen innerhalb des für diesen Bodenkörper gültigen Bereiches bis zu 55 % Anorthit Pyroxenkristalle von den konstanten optischen Eigenschaften des reinen $MgSiO_3$ ausscheiden (l. c. p. 419). Allerdings waren nur annähernde Bestimmungen möglich. Die Schmelzen der Systeme Diopsid—Forsterit—SiO_2 und Anorthit—Forsterit—SiO_2 unterscheiden sich qualitativ nur insoweit, als bei den letzteren Tonerde hinzukommt. Es wäre schwer verständlich, daß die Gegenwart der Tonerde die Mischkristallbildung von $MgSiO_3$ und $CaSiO_3$ ausschließen sollte, zumal wenn das Al_2O_3 nicht in den Pyroxen eintritt. In letzterer Hinsicht nimmt nun Bowen [3] bei der Untersuchung des Systems Diopsid—Plagioklas an, daß der Diopsid sich auch aus den tonerdehaltigen Schmelzen völlig tonerdefrei ausscheidet. Weil aber genauere optische Beobachtungen an den Pyroxenen wegen der Kleinheit der Kristalle nicht angestellt wurden, so ist es sehr wohl möglich, daß diese Pyroxenkristalle tonerdehaltig waren. Mit Rücksicht auf den oft erheblichen Tonerdegehalt der natürlichen Pyroxene und die Bildung der „Enstatitaugite" [4] wäre es von besonderem Interesse, wenn sich durch eine eingehende optische Prüfung feststellen ließe, innerhalb welcher

[1] N. L. Bowen, Amer. Journ. of Sc. 1914. **38.** p. 207. Zeitschr. f. anorg. Ch. 1914. **90.** p. 1.

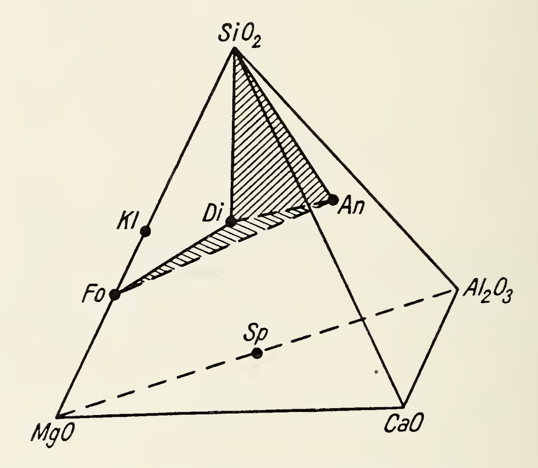
[2] O. Andersen, Amer. Jorn. of Sc. 1915. **39.** p. 407. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. Beil.-Bd. XL. p. 701.

[3] N. L. Bowen, Amer. Journ. of Sc. 1915. **40.** p. 161. Zeitschr. f. anorg. Ch. 1916. **94.** p. 23.

[4] Die alkalifreien gesteinsbildenden Pyroxene stellen im wesentlichen Mischkristalle aus Diopsid, $MgSiO_3$ und Al_2O_3 dar.

Grenzen die in den verschiedenen Systemen synthetisch gebildeten Pyroxene stofflich veränderlich sind.

Nun lassen sich aber Mischkristalle von $MgSiO_3$, $CaSiO_3$ (bezw. Diopsid) und eventuell Al_2O_3 in den von Andersen und Bowen gewählten Dreiecksdarstellungen nicht zum Ausdruck bringen. Dasselbe gilt für den Spinell, der für einen Teil der aus Anorthit, Forsterit und SiO_2 gebildeten Schmelzen die Erstausscheidung darstellt. Mit Recht betont Andersen, daß es deshalb zweckmäßig ist, das ternär gedachte System Anorthit—Forsterit—SiO_2 als einen Teil des Vierstoffsystems CaO—MgO—Al_2O_3—SiO_2 aufzufassen. Er meint jedoch (l. c. p. 408), daß dieses allgemeine



System wegen seines verwickelten Charakters noch lange Zeit ununtersucht bleiben würde. Nachfolgend soll durch eine geeignete Darstellung im Tetraeder gezeigt werden, daß die Schwierigkeiten keineswegs besonders groß sein dürften.

In der vorstehenden Figur sind die vier oxydischen Komponenten als Eckpunkte eines gleichseitigen Tetraeders eingezeichnet. Der Punkt für eine beliebige einschlägige Mischung findet sich in der üblichen Weise durch Eintragung der prozentualen Komponentenmengen in den Richtungen der Tetraederkanten. Einfachheitshalber sind für die darstellenden Punkte der in Betracht kommenden Bodenkörper Molprozente gewählt. Die Koordinaten der Punkte sind:

		MgO	CaO	Al_2O_3	SiO_2
Fo	Forsterit $2MgO.SiO_2$	66,67	—	—	33,33
Kl	Klinoenstatit $MgO.SiO_2$	50	—	—	50
Di	Diopsid $MgO.CaO.2SiO_2$ . . .	25	25	—	50
An	Anorthit $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$ . .	—	25	25	50
Sp	Spinell $MgO.Al_2O_3$	50	—	50	—

Von dem durch das Tetraeder dargestellten Vierstoffsystem sind durch die Arbeiten des Geophysikalischen Instituts zu Washington schon bekannt:

Tetraederkanten: $MgO—SiO_2$, $CaO—SiO_2$, $Al_2O_3—SiO_2$, $CaO—Al_2O_3$; nur annähernd: $MgO—Al_2O_3$ und $MgO—CaO$; weiterhin die im Innern des Tetraeders verlaufende Strecke Di—An und die Strecke $CaSiO_3$ (Mitte der Kante CaO, SiO_2)—Di;

Tetraederflächen oder Teile derselben: $CaO—Al_2O_3—SiO_2$ und Fo—Di—SiO_2; im Druck[1]: $MgO—CaO—Al_2O_3$; außerdem im Innern des Tetraeders als Teil einer Symmetrieebene Fo—An—SiO_2.

Für die magmatische Mineralbildung kommt hauptsächlich das Teiltetraeder Fo—Di—An—SiO_2 in Betracht. Abgesehen von den weiteren Bestandteilen des Magmas — vor allem Alkalien, Eisenoxyden und flüchtigen Stoffen — dürfte die Zusammensetzung der Schmelzen in normalen Fällen bei der Bildung basischer Gesteine durch Punkte innerhalb dieses Tetraeders dargestellt werden. Erst die Einschmelzung von Sedimenten wie Kalk, Dolomit oder Ton würde zu erheblichen Abweichungen führen können. Für saure Gesteine gelten infolge des Vorherrschens der Alkalien wesentlich andere Verhältnisse.

Vom genannten Tetraeder sind nach Obigem zwei Seitenflächen bekannt, die beiden anderen (Di—An—SiO_2 und Fo—Di—An, in der Figur schraffiert) wären vor allen Dingen zu untersuchen.

Der Inhalt des Tetraeders Fo—Di—An—SiO_2 besteht aus „Kristallisationsräumen", die den Kristallisationsfeldern im Dreieck der Dreistoffsysteme entsprechen. Alle Schmelzen mit darstellenden Punkten innerhalb desselben Kristallisationsraums lassen (im Gleichgewichtsfall) denselben Bodenkörper als Erstausscheidung ausfallen. Ist der Bodenkörper ein Mischkristall, so ändert sich seine Zusammensetzung stetig für Schmelzen innerhalb desselben Kristallisationsraums. In den Kristallisationsräumen verlaufen Scharen von Isothermenflächen, welche die Kristallisationstemperaturen angeben oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Löslichkeit der Bodenkörper in den veränderlichen Schmelzen.

Aus den bisherigen Bestimmungen geht hervor, daß in das Teiltetraeder ein Kristallisationsraum für Spinell von unten her hineinragt. Weiterhin wäre es möglich, wenn auch nach den bisherigen experimentellen und petrographischen Befunden nicht wahrscheinlich, daß Kristallisationsräume für Calciumsilikate ($CaSiO_3$, $Ca_3Si_2O_7$, Ca_2SiO_4, Ca_3SiO_5) hineinkämen. Dagegen wäre ein Kristallisationsraum für „Gehlenit" (synthetisch zu $2CaO.Al_2O_3.SiO_2$ bestimmt, die stoffliche Beziehung von Gehlenit, Melilith und Åkermanit ist noch unsicher) im Teiltetraeder eher zu erwarten. Ein Kristallisationsraum für Sillimanit ragt in das Teiltetraeder

[1] Vergl. Zeitschr. f. anorg. Ch. 1916. **94**. Heft 2.

nicht hinein. Weiterhin käme noch besonders der Cordierit in Frage. Als dessen chemische Formel wird meist $2 MgO . 2 Al_2O_3 . 5 SiO_2$ angenommen, wahrscheinlich kommt aber ein konstitutioneller H_2O-Gehalt beim natürlichen Mineral hinzu. BOURGEOIS[1] (1883) und MOROZEWICZ[2] (1899) erhielten jedoch Cordierit-ähnliche Kristalle aus trockenen Schmelzen, ersterer aus einer solchen von Cordieritzusammensetzung ($MgO . Al_2O_3 . \frac{5}{2} SiO_2$), letzterer aus einem Schmelzfluß von andesitischer Natur. Außerdem stellte DOELTER[3] Cordierit dar durch langsame Erstarrung einer Schmelze $3 MgO$, $3 Al_2O_3$, $8 SiO_2$ mit 10 % Wolframsäure und 10 % MgF_2 als Mineralisatoren (Abbildungen im Original). Treffen diese Angaben, insbesondere diejenige von BOURGEOIS, zu — die genaue Bearbeitung des Systems $MgO—Al_2O_3—SiO_2$ wird hierüber Aufschluß geben —, so fängt der Kristallisationsraum des Cordierits bei der hinteren Fläche des Haupttetraeders an. Er erreicht aber die Fläche Fo—An—SiO_2 des Teiltetraeders nicht und ist daher im Innern desselben ebenfalls nicht zu erwarten. — Der als Verbindung der in Rede stehenden Komponenten noch zu erwähnende Granat $3 (Ca, Mg) O . Al_2O_3 . 3 SiO_2$ zerfällt beim Glühen vor dem Schmelzen und kommt somit für die Ausscheidung aus den einschlägigen trocknen Schmelzen wohl nicht in Frage, ebensowenig wie der Quarz an Stelle von Tridymit.

Zusammenfassend kann man somit schon aussagen, daß das Teiltetraeder Fo—Di—An—SiO_2 nur sechs Kristallisationsräume sicher enthält, und zwar für Cristobalit, Tridymit, Pyroxen (Klinoenstatit—Diopsid, wahrscheinlich mit Al_2O_3 in fester Lösung, vergl. oben), Forsterit, Anorthit und Spinell. Hierzu könnte noch ein Gehlenitraum hinzukommen.

Von den genannten Kristallisationsräumen erstrecken sich diejenigen für Cristobalit, Tridymit, Forsterit und Pyroxen durch das ganze Teiltetraeder. Insbesondere wäre mithin die Begrenzung des Anorthit- und des Spinellraumes noch unbekannt.

Die Schnittpunkte von je vier Kristallisationsräumen im Tetraeder (invariante Punkte bei konstantem Druck) werden sich durch Abschreckversuche ohne Zweifel ebensogut nach Zusammensetzung und Temperatur festlegen lassen, wie es für die invarianten Punkte in Dreistoffsystemen bei den Untersuchungen des Geophysikalischen Instituts zu Washington der Fall war. Die Lage der invarianten Punkte entscheidet darüber, ob Kongruenz oder Inkongruenz der entsprechenden Schmelzen vorliegt. Hierdurch wird wiederum der Kristallisationsvorgang der sämtlichen Schmelzen hauptsächlich bedingt.

---

[1] Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1884. I. p. 197.

[2] J. MOROZEWICZ, TSCHERM. Min. Mitt. 1899. **18**. p. 68.

[3] C. DOELTER, Handbuch der Mineralchemie. II. 1915. p. 626.

Durch die Kenntnis der invarianten Punkte im Tetraeder sind zwar die Grenzflächen und -kurven der Kristallisationsräume noch nicht bekannt, es würde aber für die allermeisten Anwendungen auf den magmatischen Mineralbildungsvorgang wohl mit der Genauigkeit des petrographischen Tatsachenmaterials übereinstimmen, wenn man die gefundenen Raumpunkte durch gerade Linien und Ebenen verbindet. Von besonderem Interesse wäre der Nachweis, welche Kristallisationsräume zusammentreffen und welche voneinander getrennt sind, weil sich dadurch die im Gleichgewichtsfall möglichen Paragenesen ergeben.

Für die graphische Darstellung der Verhältnisse in Vierstoffsystemen (insbesondere auch für die Kristallisationsbahnen) möge auf die einschlägigen Arbeiten von Schreinemakers, Bell, Parravano [1] u. a. verwiesen werden, weiterhin dürften sich auch die vom Verf. angegebenen Projektionsmethoden [2] als nützlich erweisen. Die Darstellung beim Hinzuziehen weiterer Komponenten würde mehrdimensionale Räume erfordern, was ebenfalls nach den Ausführungen des Verf.'s (im Druck im Neuen Jahrb. f. Min. etc.) keine besonderen Schwierigkeiten bietet. Namentlich würde sich auch dort aus der Feststellung der invarianten Punkte ergeben, ob Kongruenz oder Inkongruenz der Schmelzen vorliegt und welche Paragenesen im Falle des Gleichgewichts möglich sind.

Frankfurt a. M., Min.-petr. Institut der Universität.

Die Plattenkalke im Mitteldevon von Bergisch-Gladbach — ein Beitrag zur Stratigraphie des rheinischen Mitteldevons.

Von **G. Fliegel**, Berlin.

Die Sonderstellung, die der altberühmte mitteldevonische Kalkzug von Bergisch-Gladbach (Paffrath) gegenüber den Eifelkalkmulden des linksrheinischen Schiefergebirges einnimmt, ist in der reichen Entwicklung der jüngeren Schichten des Mitteldevonprofiles, für die Beyrich bekanntlich hier den Namen „Strygocephalenkalk" geprägt hat, begründet. Andererseits nimmt der Gladbacher Kalkzug auch gegenüber dem Massenkalk des nördlichen Sauerlandes, mit dem er die gleichförmige Auflagerung auf sandig-tonig entwickeltem Mitteldevon, auf „Lenneschiefer", teilt, insofern eine Ausnahmestellung ein, als hier eine weitgehende Gliederung des jüngeren, kalkig entwickelten Mitteldevons durchgeführt worden ist.

---

[1] Literatur bei H. E. Boeke, Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. 1915. p. 141.

[2] H. E. Boeke, dies. Centralbl. 1915. p. 425. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. I. p. 98, 118.

Die grundlegende Gliederung G. Meyer's[1] ist rein paläontologischer Art, und auch alles das, was man später an ihr zu bessern gesucht hat, beruht ausschließlich auf faunistischen Vergleichen oder, richtiger gesagt, auf einer nicht immer glücklichen Bewertung einzelner „Leitfossilien".

G. Meyer unterschied:

Hombacher oder *Lingula*-Schichten	= Oberer Stringocephalenkalk
Gladbacher oder *Hians*-Schichten	
Bücheler oder *Uncites*-Schichten	
Torringer oder *Quadrigeminum*-Schichten	= Unterer Stringocephalenkalk
Refrather oder *Hexagonum*-Schichten	= Crinoidenschicht.

Von diesen ist das jüngste Glied, die Hombacher Schichten, durch Winterfeld mit Recht ins Oberdevon versetzt worden, während über die Stellung der anderen Stufen auf Grund des Vergleiches mit der Eifelkalkfauna eine ziemlich ausgedehnte Literatur erwachsen ist, die zu einigermaßen befriedigenden Ergebnissen nicht geführt hat.

Will man die verschiedenen Auffassungen, ohne auf Einzelheiten einzugehen, ganz allgemein charakterisieren, so kann man sagen, es ist einerseits die Tendenz zu erkennen, dem Gladbacher Kalk einen sehr erheblichen Raum im Mitteldevonprofil zuzuweisen, in ihm die Vertretung des gesamten Oberen Mitteldevons zu erblicken, wobei es auch nie an einem Äquivalent der Eifeler Crinoidenschicht fehlt. Andererseits werden die jüngeren Lenneschieferschichten im Liegenden des Kalkes — mit der stratigraphischen Stellung des „Lenneschiefers" hängt die Gliederung ja auf das engste zusammen — nach dem Vorgange von E. Schulz bereits als Stringocephalenschichten bezeichnet, wobei für den Paffrather Kalk selbst nur die höheren Stringocephalenschichten übrigbleiben.

Eine besondere Stellung nimmt F. Frech[2] ein, der in den *Hexagonum*-Schichten eine dem Lenneschiefer eingelagerte Vertretung der Crinoidenschicht erblickt, wobei die Hauptmasse des Paffrather Kalkes ebenfalls eine höhere Stellung erhält.

Eines haben alle diese in ihrem Ergebnis weit auseinanderstrebenden Versuche gemein, eine Beweisführung, die in keiner Weise zwingend ist. Auf ausschließlich paläontologischer Grundlage ist eben die Detailgliederung des in Brachiopoden- oder Korallenfazies entwickelten Mitteldevons im Rheinischen Schiefergebirge nicht durchzuführen. Das hat seine Ursache in faziellen

---

[1] G. Meyer, Der mitteldevonische Kalk von Paffrath. Dissertation. Bonn 1879.

[2] F. Frech, Die Cyathophylliden und Zaphrentiden des deutschen Mitteldevons. Paläontolog. Abh. **3**. Heft 3. Berlin 1886.

Verschiedenheiten, die auch innerhalb der großen, in den Hauptzügen einheitlichen Faziesgebiete, nicht fehlen, bezw. in örtlichen Verschiedenheiten der in den einzelnen Teilen eines Faziesgebietes ansässig gewesenen Tiergemeinschaften. Vor allem aber liegt es an der Unzulänglichkeit menschlicher Erkenntnis: Negative Merkmale, das Fehlen irgendwelcher Formen, sind vielfach überschätzt worden; erst bei sehr lange betriebenen Aufsammlungen von Versteinerungen erhält man, da die Tiergemeinschaften im Bereiche einer Korallenfazies selbst in einer und derselben Schicht stark zu wechseln pflegen, ein einigermaßen richtiges Bild der Fauna. Was die Eifel insbesondere als Ausgangsgebiet einer derartigen Gliederung betrifft, so sind wir bis heute, wie die auseinandergehenden Anschauungen von RAUFF, SCHULZ und QUIRING zeigen, zu einer einheitlichen Gliederung des Eifeler Mitteldevons selbst noch keineswegs gelangt.

Unter solchen Umständen muß uns die Gesteinsbeschaffenheit dort, wo es möglich ist, zu Hilfe kommen. Sie hat größere Bedeutung, gerade im kalkigen Mitteldevon, als man meist meint.

Hinsichtlich des Gladbacher Kalkes z. B. ist für mich gar kein Zweifel, daß eine Menge von Meinungsverschiedenheiten über seine Altersstellung und Gliederung von vornherein gar nicht aufgekommen wären, wenn man das Gestein nicht einseitig vernachlässigt hätte. In einer monographischen Darstellung dieses Kalkzuges, die ich in Arbeit habe, ist die Hilfe, die uns die Gesteinsbeschaffenheit gewährt, ein dankenswertes Kapitel, das ich nicht ohne Not für sich allein behandeln würde. Wenn ich trotzdem einen Punkt hier herausgreife, so geschieht es deshalb, weil die unglückselige „*Caiqua*-Schicht" neuerdings eine Auferstehung[1] feiert.

F. FRECH hat seinerzeit in der Lethaea die irrige Meinung, daß die Leitform der „*Caiqua*-Schicht" aus dem Unteren Stringocephalenkalk der Eifel mit der e c h t e n *Newberria caiqua* des Gladbacher Kalkes ident sei, in aller Klarheit widerlegt[2], und man muß sich nur wundern, wie die so grundverschiedenen Formen je identifiziert werden konnten. DÖRING trennt die beiden Formen zwar ebenfalls, läßt aber im Gegensatz zu FRECH, der die echte *Newberria caiqua* aus den O b e r e n Stringocephalenschichten von Paffrath anführt, die Möglichkeit offen, daß beide Schichten auf Grund ihrer sonstigen Fauna zusammengehören, d. h. daß das Paffrather Vorkommen Unterer Stringocephalenkalk ist.

Die Frage ist deshalb von erheblicher Bedeutung, weil man ja seinerzeit auf Grund der angenommenen Altersgleichheit der beiden „*Caiqua*-Schichten" versucht hat, die ganze Schichtenfolge von Bergisch-Gladbach umzukehren, und weil ja tatsächlich die

---

[1] A. DÖRING, Die *Caiqua*-Schicht im Paffrather Stringocephalenkalk. Dies. Centralbl. 1914. p. 749.

[2] F. FRECH, Lethaea geognostica. 2. T. 1. p. 162.

Horizontierung des Gladbacher Kalkes bis zu einem gewissen Grade davon abhängt.

Da Herr Döring eine ausführliche Arbeit in Aussicht gestellt hat, deren Erscheinen sich offenbar durch den Krieg verzögert, möchte ich ihm nicht mit dem von mir bei der Kartenaufnahme jenes Gebietes gesammelten paläontologischen Material zuvorkommen. Es erscheint mir aber zweckmäßig, wenn die gänzlich fruchtlose Erörterung über die „*Caiqua*-Schicht“ von Bergisch-Gladbach und ihr Verhältnis zu der fälschlich so genannten Schicht der Eifel nicht noch einmal auflebt. Ich teile daher diejenigen Tatsachen hier mit, die sich für den Feldgeologen aus der Betrachtung des Gladbacher Kalkzuges hinsichtlich der Altersstellung der betreffenden Schichten mit unabweisbarer Notwendigkeit ergeben:

Am ganzen Nordrande des Gladbacher Kalkzuges folgen mit gleichmäßigem Südfallen in einer streichenden Erstreckung von rund 12 km über den Oberen Honseler Schichten, die zweifellos, wie das auch Denckmann und seine Mitarbeiter im nördlichen Sauerlande angenommen haben, nach ihrer Fauna Stringocephalenschichten sind, die Bücheler oder *Uncites*-Schichten Meyer's. Diese Kalke sind nicht massig und ungeschichtet, wie in der Literatur zu lesen ist, sondern gut geschichtet, in allerdings starken Bänken und mit meist etwas unebenen Schichtflächen; sie sind gebankt. Ihre normale Mächtigkeit beläuft sich auf noch nicht 500 m.

Über ihnen folgen, wiederum in der ganzen Erstreckung des Kalkzuges, die Gladbacher oder *Hians*-Schichten Meyer's in etwa gleicher Mächtigkeit, um ihrerseits von Tentaculitenschiefern[1] in ebenfalls erheblicher Ausdehnung überlagert zu werden.

Uncites- wie *Hians*-Schichten nehmen im westlichen Teil des Kalkgebietes entsprechend der hier zu beobachtenden Verbreiterung der „Mulde“ infolge tektonischer Vorgänge ganz bedeutend an Oberflächenverbreitung und Mächtigkeit zu; die Tentaculitenschiefer verschwinden nach dem Rheintale zu unter jugendlichen, tertiären und quartären Aufschüttungen. Alle Versuche, die insonderheit von Winterfeld gemacht worden sind, dieses Profil umzukehren, den Gladbacher Schichten ihren Platz im Liegenden der Bücheler Schichten anzuweisen, scheitern an dem ganz eindeutigen Kartenbilde. Alles, was in der Literatur zu lesen ist, daß bald die *Uncites*-, bald die *Hians*-, bald die *Quadrigeminum*-Schichten den Lenneschiefer überlagern, ist falsch. Einen gleichmäßigeren und — von einigen Querstörungen abgesehen — ungestörteren Schichtenaufbau vom Lenneschiefer bis ins Oberdevon, als wie er hier entwickelt ist, habe ich noch kaum je beobachtet. Würde man allein, ohne Rücksicht auf ein weiteres Gebiet, das Mitteldevon von Ber-

[1] Die Auffindung dieser Schiefer ermöglicht nunmehr die Abgrenzung der Kalke des Mitteldevons von denen des Oberdevons.

gisch-Gladbach zu gliedern haben, so ergäbe sich von selbst eine Dreiteilung der Stringocephalenschichten, entsprechend der Aufeinanderfolge: Honseler (mit den eingelagerten *Quadrigeminum*-kalken), Bücheler, Gladbacher Schichten.

Aber noch aus einem ganz anderen Gesichtspunkte erhellt, daß die Schichtfolge so und nicht anders ist: Die Gladbacher Schichten sind ausgezeichnet ebenflächige Plattenkalke, die in etwa ½ Fuß starken Bänken ausgebildet sind. Bei der Verwitterung lösen sie sich vielfach in dünnblätterige Mergelschiefer auf. Stets ist der Kalk intensiv bituminös — man könnte ihn geradezu einen Stinkkalk nennen —, der Geruch ist selbst in stark verwittertem Gestein noch unverändert erhalten. Der Bruch wird nicht selten muschelig, der Kalk ist dann fester, wohl infolge einer beginnenden Verkieselung; hier und da findet ein vollständiger Übergang in schwarzen oder braunen Hornstein statt. Einlagerungen von eigentlichem Schiefer scheinen zu fehlen.

Nicht selten treten an Stelle des Kalkes Dolomite, die alle äußeren Merkmale des Plattenkalkes beibehalten haben, d. h. es sind echte Plattendolomite. Ausgezeichnete Aufschlüsse in ihnen bieten u. a. die Brüche an der Sanderstraße in Gladbach und der alte, große Dolomitbruch an der Britanniahütte. Im Plattenkalk steht eine Unzahl, allerdings seit langen Jahren stillgelegter Brüche zwischen Gronau und der Flora bei Bergisch-Gladbach sowie im Strundertale, wie ja überhaupt die Zeiten einer blühenden Kalkindustrie für unser Gebiet längst vorüber sind.

Was die Fauna betrifft, so ist der Plattenkalk im allgemeinen vollständig versteinerungsleer. Hin und wieder aber findet sich in der versteinerungsfreien Schichtfolge eine Linse oder einige Bänke, die ganz erfüllt sind von den Schalen des kleinen, glatten *Spirifer hians*; sonstige Lebewesen treten dann der Zahl nach gänzlich zurück. An anderen Stellen beobachtet man zahlreiche Stücke des *Stringocephalus Burtini* und der *Atrypa reticularis*, beide oft von außergewöhnlicher Größe; an noch anderen, aber seltenen Stellen diejenige Fauna, die zu der Bezeichnung „*Caiqua*-Schicht" Anlaß gegeben hat, das ist vor allem *Newberria caiqua*, *Denckmannia Damesi* und *Uncites Paulinae*, eine wohl charakterisierte jüngere Mutation des auf die Bücheler Schichten beschränkten *Uncites gryphus*. Endlich spricht sich der mit den Plattenkalken einsetzende Fazieswechsel darin aus, daß immer wieder, wenn auch nicht häufig, Tentaculiten zu finden sind — ein Punkt, auf dessen Bedeutung mich Herr Denckmann besonders aufmerksam machte.

Während hier die Schichten echte Plattenkalke bleiben, ist das normale Profil an anderen Stellen unterbrochen: Es schalten sich einige stärkere Bänke mit unebener, wulstiger Oberfläche ein, an einer Stelle ein Crinoidenkalk, an anderen ein echter Korallenkalk. So treten ausgedehnte Korallenrasen in dem alten,

von MEYER als „Schmitzheide“ bezeichneten Bruch im Westen der Sanderstraße auf; sie sind in geringer Mächtigkeit dem typischen Plattenkalk eingelagert, der im Hangenden und Liegenden der Linse gleich schön aufgeschlossen ist. Ebenso sind die „*Quadrigeminum*-Schichten“ von Untertal eine Einlagerung im Plattenkalk. Die Crinoidenschicht WINTERFELD's ist nichts anderes als ein ganz gewöhnlicher Crinoidenkalk inmitten desselben Plattenkalkes in einem der alten Brüche an der Flora.

Nicht anders verhält es sich mit der Fauna der plattigen Dolomite, nur daß die Erhaltung und Wiedererkennung des öfteren ganz wesentlich erschwert ist.

Sehen wir uns nach einem Analogon zu dieser von dem dickbankigen, überaus versteinerungsreichen Korallenkalk der Bücheler Schichten gänzlich abweichenden Ausbildung des obersten Mitteldevons um, so kann gar kein Zweifel sein, daß wir nach der Gesteinsbeschaffenheit und nach allen sonstigen Merkmalen den Flinz des Oberen Mitteldevons von DENCKMANN vor uns haben, der bekanntlich im Sauerlande den Massenkalk gleichförmig überlagert.

Die Übereinstimmung äußert sich in gleicher Weise in der Ebenflächigkeit und Plattigkeit, im Bitumengehalt und der tiefdunklen Farbe, der gelegentlichen Verkieselung und dem dann vorhandenen muscheligen Bruch, im Vorkommen von Tentaculiten, in der nesterartigen Einlagerung von Brachiopoden- und andererseits von Korallenbänken in dem im allgemeinen versteinerungsleeren Kalkstein. Sehr wichtig ist endlich die Überlagerung durch Tentaculitenschiefer in beiden Gebieten, die von DENCKMANN im Sauerlande wegen des Vorkommens von *Stringocephalus Burtini* noch zum Mitteldevon gestellt werden.

Das Fehlen echter Schieferlagen kann demgegenüber nicht ins Gewicht fallen, zumal bei der erheblichen räumlichen Entfernung, noch weniger die stellenweise eingetretene nachträgliche Dolomitisierung und der allerdings sehr beträchtliche Unterschied in der Mächtigkeit.

In diesem Flinzhorizont des obersten Mitteldevons tritt hier und da die sogenannte „*Caiqua*-Schicht“ auf, anscheinend nicht einmal als durchgehende Bank, sondern als linsen- oder nesterförmige Anhäufung von Muschelschalen. Damit entfällt jede Möglichkeit eines stratigraphischen Vergleichs mit der wesentlich älteren „*Caiqua*-“ oder, wie es jetzt heißt, „*Newberria*-Schicht“ der Eifel. Wenn Herr DÖRING seine ursprüngliche Anschauung, die er noch nach dem Abschluß seiner Dissertation mir gegenüber auf der von mir geführten Exkursion des Niederrheinischen geologischen Vereins im April 1914 mit so ungewöhnlicher Lebhaftigkeit vertrat, und die er dahin präzisierte, daß die betreffenden

Schichten Untere Stringocephalenschichten seien, jetzt insofern aufzugeben beginnt, daß er wenigstens die Möglichkeit eines jüngeren Alters der Paffrather Schicht zugibt, so wird er nach dem Obigen gut tun, noch einen Schritt weiter zu gehen. Die stratigraphische Stellung der Plattenkalke von Bergisch-Gladbach ist vermöge der Gesteinsausbildung und vermöge des Schichtverbandes eindeutig, und auch die Fauna ist, wie eine vorurteilslose Prüfung zeigt, und wie auch die bevorstehende Veröffentlichung des Herrn Döring ergeben wird, so geartet, daß sie an diesem Ergebnis nichts zu ändern vermag. —

Hat der Flinz des Oberen Mitteldevons demnach keineswegs nur eine örtliche Verbreitung im nördlichen Sauerlande, so lohnt es sich, sein Auftreten auch in anderen Teilen des Rheinischen Schiefergebirges zu betrachten:

Für das nächstgelegene Mitteldevongebiet, das von Elberfeld, liegt uns neben älteren Aufsätzen, unter denen ich die von Waldschmidt besonders hervorhebe, die überaus eingehende Arbeit von Päckelmann [1] vor. Danach reicht dort der Massenkalk bis an die Oberdevongrenze und z. T. als Dorper und Iberger Kalk sogar in dieses hinein. Zur Ausbildung von Flinzkalken und Flinzschiefern kommt es erst im Oberdevon. Die Mächtigkeit des Massenkalkes ist größer als im Sauerlande, wo sie von Fuchs auf 660 m geschätzt ist. Päckelmann kommt unter Hinzurechnung des Dorper und Iberger Kalkes auf mehr als 1000 m.

Ebenso fehlt der Flinz allem Anschein nach im Aachener und im anschließenden belgischen Gebiet, denn nach Holzapfel [2], dem besten Kenner jener Gegenden, folgt dort über einem, den Massenkalk nach oben abschließenden, der Fauna nach bereits oberdevonischen, 3 m mächtigen Grenzschiefer alsbald der Frasnekalk.

Im Nassauischen sind zwar echte Plattenkalke vorhanden, sie treten aber sowohl nach Holzapfel [3] wie nach Ahlburg [4] in verzahnter Lagerung mit Massenkalk und Schalstein auf, vertreten also jene Bildungen und sind, da sie anscheinend in vertikaler Richtung den Massenkalk nicht überdauert haben, mit ihm gleichalt.

Unklar sind die Verhältnisse in der Eifel. Schulz [5] hat in

---

[1] W. Päckelmann, Das Oberdevon des Bergischen Landes. Abh. geol. Landesanst. Heft 70. Berlin 1913.

[2] E. Holzapfel, Die Geologie des Nordabfalles der Eifel usw. Abh. geol. Landesanst. Heft 66. Berlin 1910; auch Festschrift Bergmannstag Aachen. p. 28.

[3] E. Holzapfel, Das Obere Mitteldevon im Rheinischen Gebirge. Abh. geol. Landesanst. Heft 16. p. 371. Berlin 1895.

[4] E. Ahlburg, Die stratigraphischen Verhältnisse des Devons in der östlichen Lahnmulde. Jahrb. geol. Landesanst. für 1910. **31**. I. p. 466. Berlin 1910.

[5] E. Schulz, Die Eifelkalkmulde von Hillesheim. Jahrb. geol. Landesanst. für 1882. p. 200. Berlin 1883.

der Hillesheimer Mulde den Oberen Dolomit von Hillesheim über den Schichten mit *Amphipora ramosa*, also über unserem Massenkalk, ausgeschieden, ohne ihn jedoch petrographisch oder paläontologisch irgendwie zu charakterisieren.

In der Prümer Mulde [1] sind die obersten Schichten des Mitteldevons ebenfalls als Dolomite entwickelt und werden vom Oberdevon von Büdesheim überlagert, ohne daß über die Grenzschichten gegen das Oberdevon Näheres bekannt wäre.

Nachdem der Flinz als Plattenkalk und als plattiger Dolomit bis ans Rheintal von Osten her nachgewiesen ist, erscheint nicht ausgeschlossen, daß er auch darüber hinaus, in der Eifel oder wenigstens in der Südeifel verbreitet ist. Sollten die jüngsten Dolomite des Eifeler Mitteldevons als Plattendolomite entwickelt sein, so sind sie die dolomitisierte Vertretung des mitteldevonischen Flinzes aus dem Sauerlande.

Wir gelangen dann auch auf diesem Wege zu dem Bilde, daß die faziellen Veränderungen im Devon des Rheinischen Schiefergebirges sich in ungefähr nordsüdlicher Richtung vollziehen [2]: So wie die kalkige Fazies an der Basis des Mitteldevons im südlichen Schiefergebirge einsetzt, in den Norden (Aachen, Bergisches Land, Sauerland) aber erst im Laufe der Mitteldevonzeit vordringt, um hier die sandig-tonige Ausbildung, den Lenneschiefer, abzulösen, hält im NW (Aachen, Elberfeld) die Riffbildung des Massenkalkes bis an den Schluß der Mitteldevonzeit an, z. T. sogar bis ins Oberdevon hinein. In mehr südlichen und südöstlichen Gebieten (Sauerland, Bergisch-Gladbach, Eifel?) kommt das Riff bereits vorher zum Erliegen und wird durch Bildungen eines im Vergleich zur Küstensaumzone tieferen Meeres abgelöst.

Das spricht sich auch in der verschiedenen Mächtigkeit des Massenkalkes in den einzelnen Gebieten, die in umgekehrtem Verhältnis zu der des Flinzes steht, aus: Bei Elberfeld bis 1000 m Massenkalk bei gleichzeitigem Fehlen des mitteldevonischen Flinzes, im Sauerland, wo dieser zwar vorhanden, aber wenig mächtig ist, rund 660 m, im südlichen Bergischen Lande entsprechend der hier außerordentlichen Mächtigkeit des Plattenkalkes weniger als 500 m.

Daß der Massenkalk seine Hauptentwicklung gerade im nordwestlichen Randgebiete des rheinischen Devons erreicht, während er mehr im Süden sozusagen vorzeitig im Flinz ertrinkt, ist eine der vielen Tatsachen, die uns die große mitteldevonische Transgression gegen den Nordkontinent hin beweisen.

---

[1] E. Kayser, Studien aus dem Gebiete des rheinischen Devons. II. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **23**. 1871. p. 444.

[2] G. Fliegel, Zum Gebirgsbau der Eifel. Verh. Naturhist. Vereins Rheinlande. **68**. p. 503. Bonn 1911.

Über Paläontologische Hypothesen; Zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung und Die Frage einer Teilung der Geologie—Paläontologie.

Von **W. Branca.**

(Schluß.)

Teil II.

4. Wie sind in Deutschland die Aussichten für irgendeine Teilung in der Geologie—Paläontologie?

Um eine Vorstellung zu gewinnen, ob denn irgendwelche begründete Aussicht besteht, für die Paläontologie Ordinariate und eigene Sammlungen zu erhalten, wie das Jaekel will, muß man sich die Verhältnisse vor Augen führen, die bei uns bezüglich der doch vor allen Dingen nötigen Trennung der Geologie von der Mineralogie bestehen. Es ist eine völlig unfruchtbare Sache, Forderungen aufzustellen, ohne vorher geprüft zu haben, ob denn und bis zu welchem Grade Aussicht vorhanden ist, sie verwirklichen zu können.

Wir haben in Preußen für die Teilung des früheren Faches Mineralogie—Geologie—Paläontologie in zwei Fächer bisher erst drei Doppelordinariate: In Berlin, Bonn, Göttingen. An allen anderen Universitäten aber haben wir, und das Finanzministerium hält streng daran fest, nur je ein Ordinariat und ein Extraordinariat; und diese pflegen in der Weise zwischen einerseits Mineralogie und andererseits Geologie—Paläontologie verteilt zu sein, daß der Ältere — gleichviel, ob das der Mineraloge oder der Geologe—Paläontologe ist — das Ordinariat, der Jüngere das Extraordinariat zu erhalten pflegt. Wenn auch der Innehaber des Extraordinariates später dann allenfalls persönlicher Ordinarius werden kann, so wird er es doch nur für seine Person und nicht etwa auch dem Gehalte nach. In Gießen war sogar bis vor kurzem überhaupt nur ein Ordinariat.

Welche Aussicht hätte daher wohl ein Verlangen nach Ordinariaten für die Paläontologie? Offenbar keines. Höchstens Extraordinariate und Lehraufträge ließen sich erhoffen, solange nicht Mineralogie und Geologie—Paläontologie an allen unseren Universitäten durch je ein Ordinariat vertreten sind; denn das wird doch kein Sachverständiger zu bestreiten wagen, daß vor allen Dingen einerseits Mineralogie, andererseits Geologie—Paläontologie vollberechtigt nebeneinander zu stellen sind, bevor man zu einer weiteren Teilung innerhalb der Geologie—Paläontologie schreiten kann. Nur an den wenigen größeren Universitäten, an denen

bereits jene erstere Forderung erfüllt ist, wird man daher schon jetzt an diese weitere Teilung innerhalb der Geologie—Paläontologie denken dürfen.

Klar ist aber, daß, wenn überhaupt an den deutschen Hochschulen diese Teilung der Geologie—Paläontologie zu erreichen sein soll, es sich zunächst höchstens um eine **Zwei**teilung, schwerlich gleich um eine Drei- oder gar Vierteilung handeln kann. Zumal jetzt; denn wenn schon in gewöhnlichen Zeiten die Teilung einer Wissenschaft in zwei Hälften an den Universitäten in der Regel gewisse Schwierigkeiten verursacht, weil sie ohne eine Vermehrung, oft eine Verdoppelung der bisher zur Verfügung gestellten Mittel nicht möglich ist, so wird in jetziger Zeit, nach dem gewaltigsten aller Kriege, die Beschaffung von Mitteln zu solchem Zweck selbstverständlich noch viel schwieriger werden.

So sind also die Aussichten für eine Teilung beschaffen.

5. Zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung.

Ich beginne mit der Frage: Wo in unserer Wissenschaft fordert es das **sachliche** Interesse gebieterisch, daß **zunächst** ein Schnitt gemacht werde: Ob zwischen einerseits Geologie und andererseits Paläontologie, wie Jaekel will; oder zwischen einerseits Allgemeiner Geologie und andererseits Historischer Geologie—Paläontologie, wie Pompeckj und ich und wohl fast alle anderen Geologen es vertreten? Für den, der rein aus sachlichen Gründen urteilt, kann es nur eine Antwort geben. Ist es doch sonnenklar, daß die von Pompeckj und mir vorgeschlagene Trennung sachlich die dringlichere ist:

Allgemeine Geologie hat zur Grundlage die anorganischen Wissenschaften der Mineralogie, Petrographie, Chemie, Physik und physikalischen Chemie. Dagegen ist die Historische Geologie begründet auf die Entwicklungsgeschichte der Tier- und Pflanzenwelt; sie fordert daher das Studium wesentlich organischer Wissenschaften, wenn auch selbstverständlich der Historische Geologe eben auch Geologe sein muß. Jene anorganischen und diese organischen Wissenschaften sind aber so hochgradig verschiedenartiger Natur, daß gar kein Zweifel obwalten kann: Zwischen ihnen muß zunächst der Schnitt gemacht werden.

Erst dann, wenn dieses dringende Bedürfnis befriedigt ist, kann daran gedacht werden, nun noch weiterzugehen. Aber nicht etwa so, daß man eine vollständige Trennung zwischen Historischer Geologie und Paläontologie herbeiführt, indem man der Historischen Geologie die Paläontologie nimmt; denn das würde heißen, der Historischen Geologie den wesentlichsten Inhalt zu nehmen. Ist

doch die Historische Geologie **untrennbar** mit der Paläontologie verbunden. Sondern nur so, daß man eine Vertretung für eine rein zoologisch und rein botanisch betriebene Paläontologie noch **neben** der Historischen Geologie—Paläontologie schafft.

Man käme dann also zuletzt zu einer Vierteilung: Zuerst 1. Allgemeine Geologie; 2. Historische Geologie—Paläontologie. Darauf dann 3a. reine Paläozoologie; 3b. reine Paläobotanik. Nur auf solche Weise ergäbe sich eine den sachlichen Interessen entsprechende Teilung, wie sie aber erklärlicherweise nur an den größten Universitäten später zu erlangen sein wird.

Die paläontologische Sammlung ist und bleibt aber selbstverständlich das Rüstzeug ebensowohl des Historischen Geologen—Paläontologen, wie des Paläozoologen und des Paläobotanikers, das ist vor allen Dingen hierbei festzuhalten. **Es gibt eben zwei Arten, die Paläontologie zu betreiben:** Bei der einen ist die Paläontologie unlösbar mit der Historischen Geologie verknüpft. Hier werden die Probleme von der Geologie gestellt oder doch mehr oder weniger von ihr beeinflußt und mit deren Hilfe gelöst. Bei der anderen werden die fossilen Tiere oder Pflanzen mehr oder weniger losgelöst von der Geologie betrachtet und deren Natur erforscht, das ist die Paläozoologie und Paläobotanik.

Man lese Koken's von mir wiedergegebenen Brief (p. 244, Anm. 5), der auf das wärmste gerade den von der Geologie beeinflußten Problemen das Wort redet. Eine Fülle paläontologischer Aufgaben wird durch die Verbindung der Paläontologie mit der Historischen Geologie geschaffen und ist nur in dieser Verbindung lösbar. Dazu aber braucht die Historische Geologie die paläontologische Sammlung genau ebenso, wie sie der reine Paläontologe braucht.

Dem Historischen Geologen die paläontologische Sammlung, etwa bis auf die Leitfossilien, nehmen, um sie dem Paläozoologen und Paläobotaniker geben zu wollen, wie das Jaekel möchte, wäre gleichbedeutend mit schwerster Schädigung der Historischen Geologie auf lange Zeit hinaus. Wenn man nun zwei völlig unabhängige Ordinariate oder Extraordinariate neben der Historischen Geologie erstreben wollte, für Paläozoologie und für Paläobotanik, so wie Jaekel es möchte, so schüfe man sich damit die größten Schwierigkeiten; denn dann bedürfte es dreier Institute und vor allem dreier Sammlungen, von denen zwei vollständig neu zu schaffen wären.

Wenn man dagegen für die Paläozoologie und die Paläobotanik nur je ein Extraordinariat gründet,

welches dem Institute des Historischen Geologen angegliedert bleibt, so daß sie dieselbe Sammlung haben, so wird der überwiegend größte Teil der Kosten erspart und damit die Sache eher ermöglicht.

Aber nicht nur das, sondern so wird die Sache auch erst voll lebensfähig; denn sobald man etwa daran gehen wollte, für den einen oder den anderen Teil neue paläontologische Sammlungen zu schaffen, so würde das, wie ja jedem Fachmann bekannt ist, sofort auf die ungeheure Schwierigkeit stoßen, daß man zwar die gewöhnlichen Fossilien unter den Wirbellosen verhältnismäßig leicht kaufen und sammeln kann, aber alle selteneren und namentlich gut erhaltenen Wirbellosen, und dann vor allem die fossilen Wirbeltiere, nur mit großen Schwierigkeiten, im Laufe langer Zeiträume, und nur mit gewaltigen Kosten zusammenbringen kann.

Auf lange Zeit hinaus würden also nach Jaekel's Plan der Historische Geologe oder aber, wenn man die Sammlung billigerweise gleichmäßig verteilen wollte, auch der abgetrennte Paläozoologe und der Paläobotaniker mit ganz kümmerlichen Sammlungen sich behelfen müssen; wogegen, wenn sie beide dem historisch-geologischen Institute und seiner Sammlung angegliedert bleiben, jedem der drei ein ganz anderes paläontologisches Sammlungsmaterial zu seiner Verfügung stehen würde. Man wird nicht einwerfen können, daß dann der Historische Geologe, als Direktor der Sammlung, vielleicht nichts kaufen würde, das für den Paläozoologen und Paläobotaniker von Wichtigkeit ist. Da ja der Historische Geologe der paläontologischen Sammlung ebenso bedarf wie jene, so liegt auf der Hand, daß er nur im eigensten Interesse handelt, wenn er die paläontologische Sammlung möglichst nach jeder Richtung hin fördert.

Wenn daher zunächst an den größten deutschen Universitäten an eine Abtrennung der reinen Paläozoologie und Paläobotanik **mit Erfolg** gedacht werden soll, so kann es nur in der von mir geschilderten Weise vor sich gehen.

Urteile anderer Geologen. a) Ich möchte hier zunächst die von mir an anderer Stelle (p. 244, Anm. 5) ausführlicher wiedergegebene Ansicht von Koken's anführen, die ganz Ähnliches ausspricht:

„Die große Sammlung ist die unentbehrliche Basis sowohl des Geologen wie des Paläontologen. Würde die paläontologische Sammlung dem letzteren ausgeliefert, so ist der Geologe übel daran. Macht man es aber so, daß man kleinere Institutssammlungen schafft und ein Riesenmuseum daneben, so vergrößern sich nicht nur die Ausgaben, sondern auch die Schwierigkeiten für die wissenschaftlichen Arbeiten, zumal auch die Reibungsflächen vermehrt werden. Mir steht die Berliner Zeit in der angenehmsten Erinnerung, weil alles einheitlich war und einheitlich dirigiert

wurde. Jede schärfere Trennung zerschneidet auch immer Zusammenhänge und legt im geistigen Betrieb etwas still. Ein Paläontologe, der sich ausschließlich dieser Wissenschaft widmet, wird leicht ein dürrer Spezialist oder spinnt sich in Phantastereien ein."

b) Einer Schrift G. Steinmann's[1] entnehme ich die folgenden Sätze:

„Wenn also in Deutschland, wie übrigens in den meisten anderen Ländern, Geologie und Paläontologie fast immer aufs innigste miteinander verknüpft gewesen sind in Forschung wie im Unterricht, so liegt das in der Natur der Sache selbst begründet, und an diesem Zustande ohne Not rütteln zu wollen, würde dem Interesse der Wissenschaft selbst zuwiderlaufen."

„Es ist aber auch schwer verständlich, wie Jaekel zu einem so absprechenden Urteile über die Leistungen der Paläontologie in Deutschland gelangen kann."

„Freilich für Errichtung eines getrennten Ordinariats für Paläontologie würde kaum jemand leicht plädieren wollen außer Jaekel, der nur eine Seite der verwickelten Frage ins Auge faßt. Denn das bedeutet nach den bei uns bestehenden Einrichtungen zugleich eine Trennung der Institute und Sammlungen."

c) In gleicher Weise hat sich auch Dacqué durchaus gegen die Pläne Jaekel's ausgesprochen[2]. Er sagt:

„Hier, in diesem Gedankenzusammenhang, scheint mir eines der kräftigsten Argumente gegen das in letzter Zeit oft geltend gemachte Bestreben zu stecken, die Paläontologie im Lehr- und Forschungsbetrieb von der Geologie zu trennen. Ebenso wie der Paläogeograph nicht nur paläobiologische Kenntnisse haben, sondern auch in paläobiologischen Fragen selbständig urteilsfähig sein muß, so kann umgekehrt der Paläobiologe keinen Schritt in seiner Forschung tun, wenn er in stratigraphischen, paläogeographischen und paläoklimatologischen Fragen nicht selbständig zu forschen und sich ein Urteil zu bilden vermag. Solange man unter Paläontologie nur Schaffung von Gattungen und Arten und systematisches Bestimmen, solange man unter Paläobiologie nur vergleichende Anatomie fossiler und rezenter Formen verstand, war ja selbstverständlich eine auch äußerliche Verknüpfung (z. B. Sammlungen!) mit der Zoologie höchst wünschenswert. Aber jetzt, wo die Paläontologie so weit gekommen ist, daß sie nur fortschreiten

---

[1] Geologie und Paläontologie an deutschen Hochschulen. Geol. Rundsch. 1. 1910. p. 42—49.

[2] E. Dacqué, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena, Gustav Fischer. p. 385. Anm. 2.

und zu vertieftem Verständnis der vorweltlichen ausgestorbenen Formen gelangen kann, wenn sie lernt, diese zu verstehen im Zusammenhang mit ihrer einstigen Umwelt, käme eine Trennung von Paläontologie und Geologie geradezu einer Unterbindung des Fortschrittes der Paläobiologie gleich. Die Lösung der Streitfrage liegt meines Erachtens darin, daß der Paläobiologe zugleich ein Paläogeograph sein muß, und nur in der engsten Vereinigung beider Disziplinen liegt für jede die Möglichkeit zum Fortschritt. Schließlich gehört zur Paläobiologie auch eine rationelle Tiergeographie der Vorzeit, und auch diese ist in erster Linie Paläogeographie. Ich könnte es also nur bedauern, wenn man daran gehen wollte, selbständige Lehrstühle für Paläontologie zu errichten, ohne daß gleichzeitig auch die Lehr- und Forschungspflicht für Stratigraphie und Paläogeographie damit verknüpft würde."

d) Ebenso hat sich Pompeckj für die unlöslich enge Verbindung der Historischen Geologie mit der Paläontologie geäußert[1], die er in den Worten zusammenfaßt:

„Obwohl — oder richtiger weil — meine eigenen wissenschaftlichen Neigungen vorwiegend auf dem Gebiete der Paläontologie liegen, muß ich an die Seite Branca's treten und unbedingt vor der von Jaekel für Lehre und Forschung geforderten Trennung der Paläontologie von der Historischen Geologie warnen. Zu erstreben ist als sach- und sinngemäß nur die Trennung der Allgemeinen Geologie von der Einheit: Historische Geologie—Paläontologie."

e) Endlich sagt aber auch H. F. Osborn[2], dessen Urteil als das eines der ersten Paläontologen in den Vereinigten Staaten Jaekel doch wahrlich gelten lassen muß, daß die Untersuchung der Gesteine, in denen die fossilen Tiere gefunden werden, kaum weniger wichtig ist als die der fossilen Tiere selbst. „Therefore the examination of the rocks in which mammals are contained is little less important than the examination of the fossils themselves; the two studies should go hand in hand ...." „Beside the examination of the rocks an other feature of geologic study which dovetails with the palaeontologic is the exact and precise recording of levels ...." „The structure of the animals, which fairly mirrors the habitat in which they lived."

Kann man den Zusammenhang zwischen Historischer Geologie und Paläontologie stärker betonen, als das der Paläontologe Osborn hier tut?

---

[1] Zum Streit um die Trennung der Paläontologie von der Geologie. Stuttgart 1915, bei Schweizerbart. 31 p.

[2] H. F. Osborn, The Age of Mammals. p. 53.

f) Mündliche und briefliche Äußerungen noch lebender Personen haben als vertraulich zu gelten, soweit nicht das Gegenteil ausdrücklich gewünscht oder gestattet ist. Andernfalles könnte ich die Äußerungen von noch 3 weiteren Geologen-Paläontologen deutscher Sprache anführen, die mit dem von mir hier Vertretenen durchaus übereinstimmen.

Ja, ich glaube kaum zu viel zu sagen, wenn ich die Überzeugung ausspreche, daß von den deutschen historischen Geologen-Paläontologen auch nicht Einer sich zu anderer Ansicht bekennen würde. Es ist eben nur nicht nach Jedermanns Geschmack, sich öffentlich zu Streitfragen zu äußern, zumal wenn man sich sagt, daß bereits reichlich viel über den Gegenstand geschrieben ist.

Wenn also Jaekel von der „innerlich unmöglichen Verkoppelung der Geologie—Paläontologie im Sinne des Herrn Branca“ spricht, so setzt er sich damit in grellsten Gegensatz zu all den hier aufgeführten öffentlichen Äußerungen einer ganzen Anzahl von Forschern und, wie ich wohl behaupten kann, auch zu den privaten Ansichten aller Historischen Geologen.

6. Die notwendige Vorbildung der reinen Paläozoologen, Paläobotaniker und Allgemeinen Geologen.

Nach obigen Ausführungen versteht es sich von selbst, daß, wenn die von Jaekel so laut geforderte Abtrennung der Paläontologie von der Geologie ausgeführt werden sollte, vor allen Dingen die Vorbildung der Vertreter der Paläontologie eine entsprechend tiefere werden muß, als sie bisher sein konnte.

Wer also reiner Paläozoologe sein will, müßte nicht bloß das übliche, immerhin beschränkte Maß zoologischer Vorbildung genossen haben, wie bisher diejenigen Geologen, die sich mehr oder weniger paläontologischen Arbeiten zuwendeten; sondern der reine Paläozoologe muß ebenso gründlich Zoologie studiert haben wie ein Zoologe. Er muß also histologisch, anatomisch, physiologisch und embryologisch durch eigene Anschauung und eigene Arbeiten gründlichst vorgebildet sein. Er muß aber außerdem entweder auf einer tierärztlichen Hochschule an den Haussäugetieren oder in der Anatomie am Menschen Präparierübungen gründlich mitgemacht haben. Ein Paläozoologe, der wesentlich nur (bei höheren Tieren z. B.) mit den, ja allein fossil erhaltenen Knochen, nicht aber auch in gleichem Maße mit allen Nerven, Gefäßen, Bändern, Muskeln und Organen gründlich vertraut ist, wird den Anforderungen, die man nun an ihn stellen muß, nicht genügen können. Er wird sonst in seinen Arbeiten doch nur mehr oder weniger dasjenige Maß von Leistung erzielen können, was

bisher von den paläontologisch arbeitenden Geologen in ihren besseren Arbeiten geleistet worden ist.

Wenn der Paläozoologe ein wirklicher Zoologe der fossilen Tiere sein will, dann ist eine derartige Vorbildung, wie ich sie oben geschildert habe, für ihn in um so höherem Grade nötig, als ja die Paläozoologie mit sehr viel größeren Schwierigkeiten zu kämpfen hat als die Zoologie der lebenden Tiere: Der Zoologe hat letztere körperlich vor sich, der Paläozoologe soll die ausgestorbenen Tiere nur auf Grund ihrer erhaltenen Hartgebilde nach jeder Richtung ihres Daseins hin vor seinem geistigen Auge wieder erstehen lassen. Das kann er doch mit wirklichem Erfolge nur dann, wenn er im Besitz der oben genannten gründlichen Vorbildung ist!

Das alles ist so sachlich, so selbstverständlich, daß es überraschen muß, daß Jaekel, anstatt das freudig anzuerkennen, es als viel zu weitgehend anzusehen scheint, indem er meint, die Aussichten der Paläozoologen seien ja bisher so geringe gewesen, daß es sich nicht gelohnt habe, sich diese Kenntnisse zu erwerben!

In allem, was ich gesagt habe, gilt natürlich von einer von der Geologie abzutrennenden Paläobotanik Entsprechendes wie von der Paläozoologie. Aber da die meisten Sammlungen an fossilen Pflanzen ganz gewaltig viel ärmlicher zu sein pflegen als an fossilen Tieren, so wird die Möglichkeit, für Extraordinariate der Paläobotanik geeignete Arbeitsstätten zu haben, überaus gering sein und sich auf ganz vereinzelte Orte beschränken.

Selbstverständlich muß auch das gleiche, mutatis mutandis, von der Vorbildung der Vertreter der Allgemeinen Geologie gefordert werden, sobald eine Trennung der Geologie in zwei Teile, Allgemeine und Historische Geologie, stattfindet. Er muß auf das gründlichste durchgebildet sein in Mineralogie und Petrographie, Chemie, Physik und physikalischer Chemie; denn ein Vertreter der Allgemeinen Geologie, der nicht in diesen Fächern gründlich vorgebildet ist, wird auf einem großen Teile des Gebietes der Allgemeinen Geologie versagen. Er muß aber selbstverständlich ein tüchtiger Geologe sein; d. h. man darf nicht etwa einen Mineralogen, der die Petrographie wesentlich nur im Arbeitszimmer und mit dem Mikroskope betrieben hat, für geeignet halten wollen, als Vertreter der Allgemeinen Geologie zu gelten. Das wäre eine Verstümmelung des Faches, bei der nur die eine Hälfte der Allgemeinen Geologie zu ihrem Rechte käme.

Es ist ohne weiteres klar, daß noch viel weniger etwa ein

Geograph der Vertreter der Allgemeinen Geologie werden kann; denn alles, was Mineralogie, Petrographie, Chemie und physikalische Chemie betrifft, liegt dem Geographen ganz fern. Eine Zweiteilung der Geologie, bei welcher die Allgemeine Geologie dem Geographen ausgeliefert würde, würde somit nicht zu einer Vertiefung und Verbreiterung der Allgemeinen Geologie, sondern ebenfalls zu einer Verstümmelung derselben führen, indem nun die eine große Hälfte der Allgemeinen Geologie, welche jener Wissenschaften bedarf, an vollkommenem Mangel an nötiger Vorbildung des Vertreters kranken würde. Angesichts der Tatsache, daß nicht wenige Geographen auf geologische Gebiete in ihren Arbeiten hinübergreifen, und daß ihre Lehrbücher ein gutes Teil reiner Geologie enthalten, könnte ja der Gedanke auftauchen, um das Geld für den Allgemeinen Geologen zu sparen, den Geographen damit zu betrauen. Möglicherweise würde das auch manchen Geographen ganz recht sein. Aus diesem Grunde scheint mir obige Ausführung nicht unnütz zu sein. Dabei liegt es mir aber vollkommen fern, dieses Hinübergreifen der Geographen an sich tadeln zu wollen. Sicher hat z. B. die Geologie dadurch nur gewonnen, daß morphologische Anschauungsweise auch in ihr durch die Geographen angeregt worden ist.

7. Verdrehungen meiner Worte durch Jaekel.

Im vorigen Abschnitte habe ich darauf hingewiesen, daß Jaekel behauptet, ich habe in meiner früheren Schrift „auch für die Reichshauptstadt“ bei einer etwaigen Abtrennung der reinen Paläozoologie von der Geologie **höchstens** eine Art „gehobener Assistentenstelle“ für einen Paläontologen „konzediert“, der „überdies Medizin studiert haben müsse“. Auch das ist wieder eine völlige Verdrehung meiner Worte. An und für sich wäre das ja so gleichgültig, daß es der Antwort nicht wert wäre. Aber diese Verdrehungen werfen ein Licht auf die Kampfesweise Jaekel's in dieser wichtigen Frage; daher will ich hier darauf eingehen:

Nicht das ganze Studium der Medizin habe ich für den Paläozoologen verlangt — was sollte dieser wohl mit der Lehre von den Krankheiten? —, sondern besonders das praktische Studium des anatomischen Teiles der Medizin habe ich verlangt; dieses aber ist, wie oben (p. 331) dargelegt, für den reinen Paläozoologen in der Tat unerläßlich, und es läßt sich in einem anatomischen Institute, gleichviel ob in dem des Menschen oder der Haussäugetiere, gründlicher betreiben als in zoologisch-zootomischen Kursen. Sodann habe ich nicht „höchstens“ eine Art gehobener Assistentenstelle vorgeschlagen, sondern gerade umgekehrt „minde-

stens“ eine solche; denn meine Worte lauteten: Da, wo man dann — nach vorheriger Teilung der Geologie in Allgemeine und Historische Geologie—Paläontologie — noch die Paläontologie von der letzteren abtrennen will, da empfiehlt es sich, um der Sammlungsschwierigkeiten willen, die Paläontologie nur durch einen Extraordinarius oder — d. h. wenn das Gehalt für einen solchen nicht zu erlangen ist — **mindestens** durch einen mit Lehrauftrag versehenen Gelehrten in einer sogenannten „gehobenen Assistentenstellung vertreten zu lassen“. Also höchstens durch einen Extraordinarius habe ich gesagt, nicht aber, wie Jaekel verdreht, höchstens durch einen „gehobenen Assistenten“!

Um zu erklären, wie ich — und zwar im Interesse der Paläontologie — als Notbehelf auf einen solchen „gehobenen“ Assistenten gekommen bin, bin ich gezwungen, den Hergang dieser Verhältnisse hier zu erläutern, obgleich derartiges sonst nicht in die Öffentlichkeit gehört. Aber es hat das vielleicht doch den Vorteil, daß es anderen den Weg zeigt, auf dem ein Extraordinariat leichter zu erlangen ist:

Der frühere Extraordinarius für Paläontologie in Berlin (Jaekel), hatte sein Gehalt durch seine Stellung als Kustos der Sammlung bezogen. Als vor etwa 6 Jahren dieses Extraordinariat neu besetzt werden sollte, wurde mir von maßgebender Stelle gesagt, ein Extraordinariat sei in diesem Falle leichter zu erlangen, wenn eine zweite Kustodenstellung beantragt würde, deren Stellung und Gehalt der Extraordinarius dann erhalten könne. Als von mir daraufhin eine solche beantragt und gleichzeitig der Antrag auf ein Extraordinariat für Paläozoologie bei der Fakultät von mir eingebracht wurde, erwies es sich doch als unmöglich, das Gehalt in der besagten Form zu erlangen. Ich mußte daher meine Eingabe zurückziehen. Bei der Aussichtslosigkeit, den hier früher schon etwa zehnmal beantragten zweiten Kustos zu erlangen, kam mir der Gedanke, zu gleichem Zwecke eine weniger hoch besoldete, sogenannte „gehobene Assistentenstellung“ zu beantragen. Es sind das fest angestellte Beamte mit ca. Mk. 3000 Einkommen; zwar weniger, als ein Extraordinarius erhält, aber doch besser als gar nichts und immerhin ein Anfang. Auch diese „gehobene Assistentenstellung“ wurde abgelehnt. Ich beantragte sie im Jahre darauf zu dem gleichen Zwecke noch einmal; es war wiederum nicht möglich, sie zu erlangen.

Das ist der Hergang, welcher mich dazu führte, eine „gehobene Assistentenstellung“ als Gehaltsquelle für einen Extraordinarius für Paläozoologie zu denken, und es ist gleichzeitig dasjenige, über das Jaekel sich wiederholt in seinen Schriften bitter und unter der oben von mir gerügten Verdrehung meiner Worte ausgelassen hat. Als ob es nicht mehr im Interesse der **Sache** gelegen wäre, mittels eines solchen Gehaltes zunächst einmal einen Extraordinarius, wenn auch mangelhaft, besolden zu können, als bei Jaekel's entrüsteter Ablehnung eines solchen Gedankens zu verharren und lieber den ganzen Paläozoologen damit fallen

zu lassen! Im vorigen Frühjahr habe ich dann abermals den Antrag auf ein Extraordinariat für Paläozoologie gestellt. Die Fakultät nahm den Antrag an, das Gelingen war sehr aussichtsvoll; aber der Krieg hat die Erreichung des Zieles auch diesmal bisher verhindert. Jetzt ist ein Lehrauftrag erteilt.

Auf weiteres über das Wie und Warum dieser Vorgänge einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Eine andere Verdrehung meiner Worte bringt O. Jaekel in seiner neuesten Schrift nun schon zum zweiten Male. Er behauptet, daß in meiner Darlegung einseitig nur von fossilen Tieren gesprochen werde, daß dagegen die fossilen Pflanzen ganz außer acht gelassen würden. Ich muß daher nochmals gegen diese Verdrehung des Tatbestandes Einspruch erheben. Jaekel muß doch notwendig gelesen haben, daß ich ausdrücklich geschrieben habe: Die einzelnen Teilabschnitte der Historischen Geologie seien durch Faunen „bezüglich Floren" gekennzeichnet, „nur der Kürze halber" spräche ich hier nicht auch von den fossilen Pflanzen, sondern nur von den Tieren. Ist das nicht für jeden, der verstehen will, deutlich genug? Wenn Jaekel sich also mit seinem Tadel mir gegenüber gewissermaßen zum Retter der von mir angeblich vergessenen Paläobotanik aufwirft, so tut er es ja völlig zu Unrecht, unter Verdrehung dessen, was ich wirklich geschrieben habe. Sein Vorgehen wirkt aber um so befremdender, als einerseits gerade ich es gewesen bin, der seinerzeit unseren leider so viel zu früh verstorbenen Potonié aufgefordert hat, sich in Berlin als Paläobotaniker zu habilitieren und ihm darin auch erst die Wege geebnet hat; und als andererseits gerade ich es gewesen bin, der die schöne große Sammlung fossiler Pflanzen im geologisch-paläontologischen Museum Letzterem bewahrt hat, während Jaekel sie dem botanischen Museum überwiesen wissen wollte!

Nicht also Jaekel ist der Ritter, der die Paläobotanik gegen Vernachlässigung durch mich schützen muß, sondern umgekehrt, ich habe sie vor Jaekel geschützt. Wem läge denn wohl überhaupt das Interesse für fossile Pflanzen näher: Einem Geologen, dem die fossile Pflanzenwelt so wertvolles Material zur Kennzeichnung gewisser Zeiten der Erdgeschichte und klimatischer Verhältnisse liefert, oder Jaekel, dem Paläozoologen? Erstaunt muß man fragen: Wozu dieser zweimalige, nur auf Grund von Verdrehung mögliche Angriff Jaekel's gegen das, was ich vertrete? Es gibt nur eine Antwort: Offenbar nur darum, weil Jaekel keinerlei sachliche Einwendungen gegen unsere Ansicht machen konnte.

Genau in gleicher Weise hat Jaekel auch das, was ich über das Verhältnis der Geologie zur Geographie geschrieben habe, in

das Gegenteil verkehrt, um sich damit mir gegenüber als Beschützer der Rechte der Geographie hinzustellen[1].

Mit der Abwehr völlig unberechtigter Schmähungen seitens Jaekel's mußte ich diese Darlegungen beginnen; mit der Abwehr von Verdrehungen dessen, was ich gesagt habe, in das völlige Gegenteil durch Jaekel muß ich sie schließen.

---

[1] Er behauptet, ich habe das Verhältnis der Geographie zur Geologie „lediglich vom Standpunkt der Ressort-Kompetenzen so verurteilt“ und „Vorwürfe erhoben“, indem ich frage: „Wer ist schuld?“ Das alles ist ja durchaus unrichtig; ich habe weder „Vorwürfe erhoben“ gegen die Geographen, noch ihr Übergreifen auf geologisches Gebiet „verurteilt“, sondern genau umgekehrt habe ich anerkannt, daß die Wissenschaft frei sei, daß daher das Übergreifen in „jedermanns Belieben stehe“; und daß „die Wissenschaft nur gewinnen könne“, wenn der Betreffende nur die nötige Vorbildung dazu habe. Also auch hier wieder sieht man, daß Jaekel sachliche Einwendungen in der Frage der Teilung unserer Wissenschaft gar nicht zu machen imstande ist, daher greift er zu Einwürfen, die mit dieser Frage wenig zu tun haben.

Besprechungen.

Carl Kippenberger: Werden und Vergehen auf der Erde im Rahmen chemischer Umwandlungen. Für Studierende aller Fakultäten und gebildete Laien. Bonn bei A. Marcus und E. Weber. 1915. 172 p. Mit 26 Textfiguren.

Das Buch ist entstanden aus allgemein verständlichen Vorlesungen an der Universität Bonn. Es will kein vollständiges Bild vom Werden und Vergehen in der Natur geben, sondern nur an ausgewählten Beispielen Einzelheiten beschreiben, die dem Leser einen Einblick in die Geschehnisse der Natur geben, um ihm den Zusammenhang zwischen der unorganischen und der organischen Welt vor Augen zu führen. Diese Beispiele sind hauptsächlich aus der organischen Welt genommen, mineralogische und geologische Betrachtungen treten demgegenüber stark zurück. **Max Bauer.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Bemerkungen über die lineare Kraft wachsender Kristalle.

Von **George F. Becker** und **Arthur L. Day.**

Mit 3 Textfiguren.

1905 veröffentlichten wir eine kurze Arbeit[1] qualitativen Charakters, die mittelst einfacher Laboratoriumsmessungen die Existenz einer, von der Volumausdehnung unabhängigen, linearen Kraft wachsender Kristalle dartun sollte. Wir glaubten gezeigt zu haben 1. daß ein von gesättigter Lösung ernährter, wachsender Kristall, der auf beiden Seiten die Wände eines offenen Spaltes berührt, trotz der vorhandenen Gelegenheit nach anderen Richtungen zu wachsen, einen Druck ausübt, die Wände zu trennen; 2. daß die derart ausgeübte lineare Kraft von der Größenordnung der Bruchfestigkeit der Kristalle ist, somit eine geologische Kraft von ganz beträchtlicher Größe und Wichtigkeit.

Das für diese Schlußfolgerung entscheidende Experiment wurde in einer gewöhnlichen Kristallisationsschale ausgeführt, auf deren Boden ein Block Tafelglas mit planer Oberfläche festgekittet war. Ein gutgeformter Alaunkristall wurde auf diese plane Oberfläche gelegt und auf den Kristall eine zweite, ein Gewicht tragende, ebene Glasplatte. Eine gesättigte Alaunlösung wurde in genügender Menge, um den Kristall zu bedecken, in die Kristallisationsschale gebracht und daraufhin, möglichst frei von Keimbildung und Temperaturschwankungen, langsam verdunsten gelassen. Die ursprüngliche Skizze der Versuchsanordnung sei hier der Bestimmtheit wegen reproduziert (Fig. 1, p. 338).

Gesättigte Lösung wurde, wenn nötig, von Zeit zu Zeit hinzugefügt, so daß während des ganzen Experimentes der Kristall in der gesättigten Lösung untergetaucht blieb. Die Dicke des Kristalls wurde in Intervallen mit einem dazu brauchbaren Instrument gemessen.

Die Versuche wurden vielmals mit einem Kristall von Alaun und verschiedenen Gewichten, sowie mit Kristallen von Kupfersulfat, Kaliumferrocyanid, Bleinitrat in den entsprechenden Lösungen wiederholt. In keinem einzigen Beispiel dieser Beobachtungsserien verfehlte der Kristall 1. sein eigenes Gewicht, 2. das Gewicht der daraufgelegten Glasplatte, 3. das Gewicht der auf der Glasplatte

[1] The linear Force of Growing Crystals. Proc. Wash. Acad. Sci. 7. p. 283. 1905.

liegenden besonderen Last zu heben. Die Strecke, um welche die Last gehoben wurde, variierte in den verschiedenen Experimenten[1] von wenigen Hundertsteln zu 0,5 mm.

1913 publizierten Bruhns und Mecklenburg[2] eine Reihe von Experimenten über den gleichen Gegenstand, die die unseren wiederholen und widerlegen sollten. Sie teilten mit, daß es ihnen unmöglich war, die von uns beschriebenen experimentellen Ergebnisse zu erhalten, und sie bestritten kategorisch, angesichts mancher

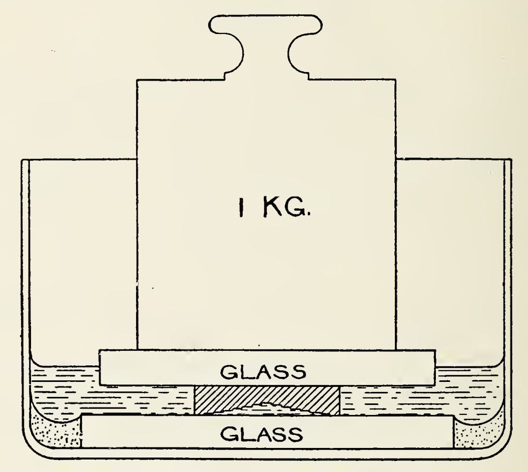


Fig. 1. Ein Alaunkristall unter Belastung wachsend (Querschnitt). (Aus der Arbeit von 1905 l. c.)

ihre eigenen Untersuchungen bestärkenden Erscheinungen, das Vorhandensein einer derartigen linearen Kraft während des Wachstums der Kristalle.

Auf diese Arbeit antworteten wir nicht sofort, da es uns undenkbar erschien, daß andere Forscher gestatten würden, das entscheidende Experiment in einer Angelegenheit von so weitgehender Wichtigkeit für Geologen lange unverifiziert zu lassen. Das Ergebnis konnte in wenigen Stunden ohne besondere Vorrichtungen von jedermann nachgeprüft werden.

Da indessen ein ausgezeichneter Physikochemiker (Boeke in

[1] Die Daten, auf denen diese vorläufigen Mitteilungen sich stützten, wurden im Winter 1902 und 1903 erhalten, gingen aber beim Brand in der „Geological Survey" des folgenden Jahres verloren. Dadurch erklärt sich das Fehlen vollständiger Daten in der Veröffentlichung von 1905.

[2] W. Bruhns und Werner Mecklenburg (Clausthal), „Über die sogenannte Kristallisationskraft". (Jahresber. d. Niedersächs. geol. Ver. zu Hannover. 6. p. 92. 1913.)

seinem bewundernswerten Buche „Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie“ p. 328. 1915) ihre Schlußfolgerungen ohne Nachprüfung übernimmt und die „Kristallisationskraft“ vollständig aus geologischen Berechnungen verbannt, erscheint ein Protest notwendig. Dies erscheint uns um so unglücklicher, als es für einen Physikochemiker ersichtlich sein muß, daß Bruhns und Mecklenburg in Wirklichkeit gar nicht unsere einfache Versuchsanordnung wiederholten, sondern eine an ihre Stelle setzten, die keine Entscheidung über den strittigen Punkt geben kann, und daß weiterhin alle ihre Ergebnisse mit unseren Ergebnissen und Schlußfolgerungen in Einklang sind. Es scheint kein Tatsachenwiderspruch vorhanden zu sein, sondern nur ein Widerspruch in der Deutung; die Bedingungen, welche das Verhalten eines belasteten Kristalls verursachen, ändern sich, wenn, wie das Bruhns und Mecklenburg taten, in die gleiche Lösung ein unbelasteter Kristall eingeführt wird. Hinsichtlich der Hauptfrage, ob ein Kristall von Alaun oder anderer Substanz eine Last zu heben vermag, wenn er in einer offenen Schale in gesättigte Lösung getaucht ist, gibt es wohl nichts Einfacheres, als das Experiment, das wir beschrieben, zu wiederholen. Eine gewöhnliche offene Kristallisationsschale, ein auf den Boden gelegter Alaunkristall, bedeckt von einer gesättigten Lösung derselben Substanz, ein gewöhnliches Messinggewicht von 100 oder 200 g auf dem Kristall, zusammen mit einem einfachen, in jedem Laboratorium zu findenden Apparat zur Dickenmessung des Kristalls vor und nach dem Versuch, sind alle notwendigen Utensilien, um zu entscheiden, ob ein Wachstum in Richtung der Lastwirkung stattfindet oder nicht.

Zwei ziemlich typische Beispiele sind die folgenden:

Tabelle 1[1].

Bedingungen wie beschrieben; Zimmertemperatur ca. 20°; Gewicht der Last 95 g. Kein anderer Kristall zugegen.

Zeit in Stunden	Dicke des Kristalls	Totale Dickenzunahme
0	8,3260 mm	0 mm
22	8,4400	0,086
98	8,4569	0,131

Ein sehr kleiner Kristall, Bedingungen wie vorhin. Last = 0,7 g.

Zeit in Stunden	Dicke des Kristalls	Totale Dickenzunahme
0	3,7649 mm	0 mm
20	3,7803	0,015
50	3,8027	0,038
68	3,8029	0,038
145	3,8262	0,061

[1] Die in dieser Arbeit enthaltenen experimentellen Daten sind uns liebenswürdigerweise von J. C. Hostetter vom Geophysikalischen Laboratorium, der sehr bald ausführlicher auf den Gegenstand zurückkommen wird, zur Verfügung gestellt worden.

Die Versuche sind so eindeutig und zwingend, daß ein Irrtum kaum möglich erscheint; nichtsdestoweniger bestritten BRUHNS und MECKLENBURG in der vorhin zitierten Arbeit ihre Gültigkeit. Tabelle 2 stellt eine Reihe von Messungen dar, die der Arbeit von BRUHNS und MECKLENBURG entnommen sind [1].

Tabelle 2.
Ein belasteter (1 g) und ein unbelasteter Kristall in derselben Lösung.
Temperatur = 10° C.

Datum	Unbelasteter Kristall		Belasteter Kristall	
	Dicke des Kristalls	Zunahme der Dicke	Dicke des Kristalls	Zunahme der Dicke
5. 5. 13	9,68 mm	—	10,00	—
6. 5. 13	10,22	+ 0,54	10,06	+ 0,06
7. 5. 13	10,86	+ 0,64	10,04	— 0,02
9. 5. 13	11,42	+ 0,56	10,06	+ 0,02

Dies ist nicht eine einfache Wiederholung unseres Experimentes, wie der Anschein erweckt wurde. BRUHNS und MECKLENBURG haben einen belasteten und einen unbelasteten Kristall in das gleiche Gefäß gebracht und, wie man voraussagen konnte, beobachtet, daß der unbelastete Kristall an Dicke zunahm, während der belastete Kristall das nicht tat. Dieses Resultat wurde durch andere Messungen derselben Art, die hier nicht reproduziert zu werden brauchen, bestätigt.

Betrachten wir einen Moment die Bedingungen, unter denen ein Kristall in einer gesättigten Lösung wächst. Ein einziger isometrischer Kristall befinde sich in einer in bezug auf ihn gesättigten Lösung; das Wasser verdampfe langsam und erzeuge dadurch potentielle Übersättigung der Lösung und beständiges Wachstum des Kristalls. Wenn die Übersättigung größer ist, als wie sie durch das Wachstum des Kristalls unter den betreffenden Bedingungen aufgehoben werden kann, so wird die Tendenz zur Bildung neuer Keime vorhanden sein, die ihrerseits Substanz anlagern können. Was wird nun geschehen, wenn zwei Kristalle der gleichen Substanz vorhanden sind, wovon der eine weniger stabil als der andere ist, sei es infolge seiner geringen Größe, sei es infolge eines Zwangszustandes oder einer von Natur aus instabileren Form, oder aus irgend einem anderen Grund? Vorerst ist ersichtlich, daß eine im Gleichgewicht mit einem weniger stabilen Kristall befindliche Lösung größere Konzentration verlangt als die mit der stabileren Form im Gleichgewicht befindliche; infolgedessen wird in dem genannten Fall die Lösung in bezug auf den

[1] l. c. p. 100.

stabileren Kristall bereits übersättigt sein, bevor sie es für den anderen Kristall ist, und der erstere wird vor dem anderen zu wachsen beginnen. Ja, der letztere wird nicht wachsen (er kann sich sogar auflösen), bis der Grad der Übersättigung größer ist, als er durch das Wachstum des stabileren Kristalls ausgeglichen werden kann.

Ähnliche Fälle ergeben sich, wenn die Kristalle von gleicher Stabilität sind, die Lösung aber inhomogen ist und durch die Einwirkung äußerer Kräfte (unvollkommenes Rühren, Wärmeströmung, Gravitationswirkung) eine Konzentrationsverteilung derart entsteht, daß ein Kristall im Kontakt mit Lösung höherer Konzentration ist und deshalb wachsen kann, während dies für den anderen nicht zutrifft.

Ein bekannter Umstand möge erwähnt werden. Wenn in eine nicht gerührte gesättigte Lösung in einem geschlossenen Gefäß zwei gleiche Kristalle gebracht werden, von denen der eine sich einige Millimeter über dem anderen befindet, so wird der untere Kristall wachsen, während der obere sich langsam auflöst. In ähnlicher Weise wird unter gleichen Bedingungen die Unterseite eines sehr großen Kristalls auf Kosten der Oberseite wachsen und die prismatischen Seitenflächen erhalten nach und nach treppenförmige Konturen. In beiden Fällen liegt die Ursache in der Wirkung der Schwerkraft, die den unteren Partien der Lösung eine größere Konzentration zu geben bestrebt ist[1], so daß, wenn auf dem Niveau des oberen Kristalls die Lösung gerade gesättigt ist, sie bereits potentielle Übersättigung auf dem Niveau des unteren Kristalls aufweist. Kurz, die Wachstumsgeschwindigkeit eines isometrischen Kristalls hängt davon ab, ob die Konzentration der mit dem Kristall in Berührung befindlichen Lösungsschicht in bezug auf den betreffenden Kristall potentiell übersättigt ist oder nicht. Daraus folgt z. B., daß, wenn man die Diffusion zu einer gewissen Fläche hin hindert (z. B. wenn diese Fläche gegen eine Glasplatte liegt), diese Fläche ebenfalls nicht in gleicher Weise wachsen kann wie die andern. Wir werden darauf zurückkommen.

Nun ist es gerade die Wichtigkeit dieses Prinzips für die in Frage kommende Betrachtung, welche von Bruhns und Mecklenburg übersehen wurde.

Sobald man dieses Prinzip sinngemäß anwendet, stimmen ihre Beobachtungen vollkommen mit unseren überein.

Der Einfluß auf die Sättigungskonzentration verschieden orientierter Flächen des gleichen Kristalls im nichtisometrischen System ist eine weniger geklärte Sache und außerhalb des Zweckes dieser Untersuchung. Wir wollen deshalb deren Betrachtung in diesem Zusammenhang außer Spiel lassen.

---

[1] Kristallisation wird deshalb oft in einem Zentrifugalapparat ausgeführt.

In Kürze und ohne auf unnötige Komplikationen Rücksicht zu nehmen mögen die Verhältnisse in einer gesättigten Lösung unter den in Betracht kommenden Bedingungen ungefähr folgendermaßen beschrieben werden. Gegeben eine bestimmte Menge gesättigter Salzlösung in einem offenen Gefäß, so ist die Menge der gelösten Substanz, die, bei einer bestimmten Temperatur, in Lösung bleiben kann, begrenzt. Sie kann bei Temperaturänderung (oder langsamer Verdunstung durch die freie Flüssigkeitsoberfläche) sich auszuscheiden beginnen. Konzentrationsunterschiede infolge Langsamkeit der Diffusion können zur Folge haben, daß das Maximum gelöster Substanz sich am Boden des Gefäßes befindet. Ein einziger auf dem Gefäßboden befindlicher Salzkristall wird nun in bezug auf seine exponierten Flächen wachsen und durch dieses Wachstum kann, bei nicht zu beschleunigter Verdunstung, aller Sättigungsüberschuß paralysiert werden. Bei schnellerer Verdunstung werden sich neue Kerne bilden, und wenn zwei oder mehr Kristalle von dem durch Verdunstung gebildeten Sättigungsüberschuß ernährt werden, so werden ihre relativen Wachstumsgeschwindigkeiten (+ oder —) von den relativen Stabilitäten, ihrer Lage, Größe und auch von der Menge und Verteilung einer Belastung abhängen.

Sobald ein auf dem Boden einer Verdunstungsschale befindlicher Kristall auf einer seiner Flächen liegt, trägt diese Fläche eine Last, die durch das Kristallgewicht weniger Auftrieb dargestellt wird. Diese Belastung wird in Rücksicht auf diese Fläche, und im Vergleich mit den anderen, Grenzbedingungen der Wachstumsgeschwindigkeit zur Folge haben, wie wir in unserer Arbeit 1905 dartaten und wie Bruhns und Mecklenburg das 1913 zeigten. Ein auf den Kristall gelegtes Gewicht fügt lediglich etwas zu der von der Fläche zu tragenden Last hinzu (und bedeckt vielleicht einen neuen Teil der Kristalloberfläche), *ohne einen neuen Faktor in die Fragestellung zu bringen.* Ist das benutzte Gewicht bedeutend, so mag der resultierende Strain in Frage kommen, doch das sind nur graduelle Unterschiede. Hinderung von Zirkulation und Diffusion in der kapillaren Flüssigkeitsschicht unter dem Kristall wird lediglich durch Größe und Verteilung der Belastung, nicht aber durch die Art dieser Belastung (ob Kristallsubstanz oder fremdes Material) bedingt. Diese Tatsache scheint kaum erörtert werden zu müssen, nichtsdestoweniger hat sie sicherlich einige Verwirrung verursacht.

Es ist daher verständlich, daß die exponierte Oberseite und die Seitenflächen (oder die Seitenflächen allein, wenn die Oberseite bedeckt ist) frei wachsen können, während die Unterseite mehr oder weniger unterernährt bleibt, und zwar in Abhängigkeit von der darauf ruhenden Last und der daraus folgenden Zirkulationsverminderung. Nichtsdestoweniger, wenn der Grad der Übersättigung und die Menge des Materials, die dem Kristall infolge der Verdunstung

zugeführt werden, groß genug sind und die Diffusion beziehungsweise Zirkulation genügend ist, wird die Sättigungskonzentration an der unteren Kristallfläche, d. h. in der dünnen Flüssigkeitsschicht, auf welcher der Kristall ruht, erreicht werden können und der Kristall kann auf der Unterseite ebenso wachsen wie seitlich. Das Fehlen der Zirkulation in dieser belasteten Schicht kann, und wird in der Tat für gewöhnlich, das Wachstum auf den Rand der Tragfläche beschränken. Es hat dann eventuell zur Folge, daß ein kleiner Außenwulst[1] neuen Wachstums an Stelle Überwachsens der ganzen ursprünglichen Fläche entsteht, aber Wachstum wird trotzdem stattfinden hier wie anderswo. Je größer der Kristall ist, um so größer ist das auf der Berührungsfläche (oder dem Wulst) lastende Gewicht, um so größer ist auch a fortiori die Schwierigkeit, daß die Sättigungskonzentration an irgend einer Stelle der belasteten Schicht erreicht werden kann und auf diese Weise Wachstum an der Unterseite veranlaßt[2].

---

[1] Wie in unserer Arbeit von 1905 ausgeführt wurde, waren diese Tragwulste oft so dünn, daß die gewöhnlichen Methoden der Flächenausmessung versagten. Damals war eine ungefähre Meßbarkeit möglich durch Schwärzen des Kristalls mit einer unlöslichen Tinte und Ausführung eines Abdruckes auf eine mit weißem Celluloid überzogene Glasplatte. Die derartigen Abdrücke ergeben so feine Linien, daß sie sich schwer reproduzieren lassen und gestatten wohl nur eine roh angenäherte Bestimmung der Oberfläche, welche die Last trägt.

[2] Daß die Beschreibung der Erscheinungen, die Bruhns und Mecklenburg beobachteten, sich in keiner wesentlichen, speziellen Form von hier mitgeteilten unterscheidet, möge durch die folgenden Auszüge aus ihrer Arbeit (l. c.) dargetan werden:

(p. 97). „Die bisherige Auffassung über das Wachstum der Kristalle war die, daß ein Kristall ausschließlich durch Stoffanlagerung von außen her wächst. Ein Kristall kann also nur dort wachsen, wo Platz für Stoffzufuhr und für Ausdehnung vorhanden ist, wo er mit der Lösung in Berührung steht. Mit dieser Auffassung stehen sehr zahlreiche Erfahrungen und Beobachtungen im Einklange."

(p. 100). „Die unbelasteten Kristalle aber zeigen ein andauerndes Wachstum, und die Gewichtszunahme, welche bei den belasteten Kristallen ungefähr um so viel geringer ist, als weniger freie Fläche vorhanden war, weist auf ein ganz normales Verhalten hin, d. h., wo sich Substanz anlagern kann, lagert sie sich an, wo nicht, da nicht."

(p. 102). „Ein weiterer Umstand, der für die Bildung der Hohlflächen in Betracht kommt, ist der, daß der Kristall beim Laboratoriumsversuch in Glasgefäßen oder dergleichen seine Unterlage nicht direkt berührt, sondern schwimmt, und zwar schwimmt auf einer Wasser- oder Lösungsschicht, welche dem Glase und dem Kristall adhäriert. Das Auftreten solcher Adhäsions- oder Adsorptionsschichten ist hinreichend bekannt; sie fehlen in der Tat nur da, wo die Kristalle mit ihrer Unterlage fest verwachsen sind. Dank der flüssigen Schicht zwischen Kristall und Unterlage kann nun die übersättigte Lösung, wenn die Diffusionsgeschwindigkeit in der Kapillarschicht wohl auch kleiner als in der freien Flüssigkeit ist, unter den Kristall

In spezieller Anwendung auf unseren Fall besagt dies: Wenn ein einziger Alaunkristall auf einer dünnen Flüssigkeitsschicht in seiner gesättigten Lösung liegt und oben eine Last trägt, so werden die für das Wachstum günstigsten Flächen die Seitenflächen sein und ihre Sättigungskonzentration wird zuerst erreicht sein. Bei genügend großer Verdampfungsgeschwindigkeit wird auch die Sättigungskonzentration in der Flüssigkeitsschicht unter dem Kristall erreicht werden, sei es teilweise, sei es ganz, und Wachstum wird auch hier, allerdings infolge der Belastung und Zirkulationshinderung mit geringer Geschwindigkeit, einsetzen. Bedeckung der Oberseite mit einer Last wird von Einfluß auf die Behinderung der Zirkulation sein. Bei zu großer Belastung und zu geringer Verdampfungsgeschwindigkeit kann die Sättigungstension nirgends in der belasteten Schicht erreicht werden und Wachstum setzt hier aus. Eine noch größere Belastung der Grundfläche kann sogar dort Auflösung verursachen, während die Seitenflächen weiterwachsen.

Zur Stütze dieser Auseinandersetzungen diene die beiliegende Photographie (Fig. 2) eines unter starker Belastung gewachsenen Kristalls im Vergleich mit den daran ausgeführten Messungen (Tab. 3, p. 346). Ein einziger Kalialaunkristall wurde in eine gesättigte Lösung von Kali- und Chromalaun unter einer Belastung von 190 g getaucht. Die übrigen Bedingungen entsprechen den bereits beschriebenen. Die dunklen Partien (Färbung durch Chromalaun) sind die neugewachsenen. Es ist ersichtlich, daß über und unter der zentralen Partie des Kristalls keine neuen Anlagerungen vor-

---

diffundieren. Weit wird sie aber nicht gelangen, denn die den Sättigungsgrad der Flüssigkeit überschreitenden Moleküle müssen, wenn sie in so außerordentlich großer Nähe am Kristall vorbeidiffundieren wollen, rasch abgefangen werden, d. h. es muß sich, wie es die Beobachtung auch wirklich zeigt, am äußeren Rande des Kristalls ein Wulst bilden."

(p. 103). „Die am Boden der Schale sich ausscheidenden Kristalle zeigten ohne jede Ausnahme Hohlflächen, . . ."

(p. 103). . . „Wenn man einen größeren Alaunkristall auf eine glatte Fläche in eine verdunstende gesättigte Alaunlösung legt, so bildet sich an einer Unterfläche eine Hohlform, aber nicht eine richtige, treppenförmig vertiefte Hohlfläche, wie z. B. bei den bekannten Wachstumsformen von Steinsalz oder Wismut, sondern es tritt nur ein schmaler randlicher Wulst auf, während der innere Teil der Fläche fast eben bleibt. Auch bei weiterem Wachstum bildet sich nicht eine Treppe heraus, sondern der Wulst wandert nach außen und die von ihm eingefaßte Fläche bleibt auch weiter im wesentlichen eben."

(p. 105). „Ihre Erklärung findet die Erscheinung möglicherweise darin, daß der lasttragende Wulst — er muß ja vornehmlich den Kristall tragen — eine größere Löslichkeit als die übrigen Teile des Kristalls hat; vielleicht spielt auch eine Verschiedenheit der Löslichkcit in verschiedenen kristallographischen Richtungen eine Rolle."

handen sind. Die Neuanlagerungen befinden sich ausschließlich auf (und unter) den neuen Seitenflächen. Nichtsdestoweniger hob der Kristall seine Last (Tab. 3), und wir beschäftigen uns in



Fig. 2. Kopfansicht eines unter Belastung (190 g) gewachsenen Kristalls. Die dunklen Partien entsprechen dem neuen Wachstum (2fache Vergrößerung).

diesem Moment weniger mit der Form als mit der Tatsache eines linearen Wachstums in der Richtung der Last. Bruhns und Mecklenburg haben diese „Wulstbildung“ erkannt und abgebildet und sie geben seine hebende Wirkung für zunehmende Belastung

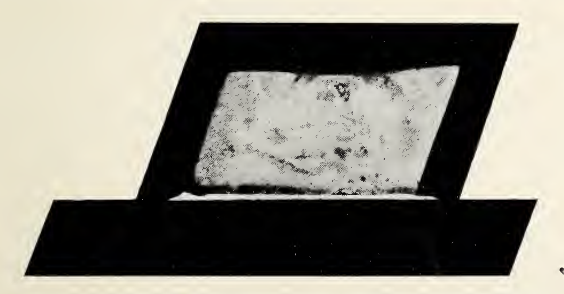


Fig. 3. Ohne besondere Belastung gewachsener Alaunkristall. Die dunklen Partien sind Stellen neuen Wachstums. Der ursprüngliche Kristall wurde um 0,4 mm gehoben (2fache Vergrößerung).

durch eigene Kristallsubstanz zu[1]; sie bestreiten aber eine hebende Kraft, wenn die Kristallsubstanz durch fremde Substanz ersetzt wird.

---

[1] Siehe Bruhns' und Mecklenburg's Arbeit (p. 105), sowie die daraus mitgeteilten Auszüge in Fußnote auf p. 343.

Tabelle 3.

Bedingungen wie vorher. Belastung 190 g.

Zeit in Stunden	Kristall-dicke	Dicken-zunahme
0	3,5090 mm	0 mm
17	3,5239	0,015
65	3,5859	0,077
113	3,5926	0,084

Die Wachstumsverteilung um einen unbelasteten Kristall ist gleicherweise hübsch darzustellen. Fig. 3 ist ein Vertikalschnitt durch einen unbelasteten Kristall von Kalialaun, der in einer an Kali- und Chromalaun gesättigten Lösung fortwuchs. Die Färbung zeigt deutlich die Verteilung neuer Kristallsubstanz und beweist, daß der ursprüngliche Kristall, zusammen mit der Masse neuer Anlagerung auf der Oberseite, 0,4 mm emporgehoben wurde. Es sei noch erwähnt, daß der ursprüngliche Kristall aus seiner ursprünglichen Wachstumslage gedreht wurde (die Becherform ist noch an der Oberseite erkennbar), damit das Wachstum keine speziellen Modifikationen durch Beschränkung der Zirkulation infolge vorgebildeten Wulstes erleide. (Schluß folgt.)

Über Kalksilikatfelse aus dem Fichtelgebirge.

Von **H. Laubmann.**

Mit 3 Textfiguren.

Die sogenannten Phyllite, welche in der Gegend von Wunsiedel im Fichtelgebirge den granitischen Kern umhüllen, zeigen einige bedeutendere Einlagerungen körnigen Carbonatgesteines, die in der Literatur mehrfach beschrieben wurden und gewöhnlich als Urkalk bezeichnet werden. Diese körnigen Kalke beginnen am Weiler Eulenlohe bei Tröstau, streichen über Wunsiedel, Holenbrunn, Göpfersgrün und Thiersheim zur böhmischen Grenze und sind besonders auf der Strecke von Wunsiedel bis Göpfersgrün durch zahlreiche im Betrieb befindliche Steinbrüche weitgehend aufgeschlossen.

Bei Sinatengrün, unweit der Bahnstation Holenbrunn, treten diese Kalkeinlagerungen recht nahe an den Granit resp. Gneis heran, so daß beim Bau der Lokalbahn Holenbrunn—Selb besonders interessante Aufschlüsse zu erwarten standen. Nach der Gümbel'schen Karte des Fichtelgebirges (Blatt Münchberg) sollte allerdings, wie aus der beigegebenen Skizze (Fig. 1) des hier in Betracht kommenden vergrößerten Ausschnittes dieser Karte leicht zu ersehen ist, die Bahnlinie gleich nach Verlassen des Bahnhofes Holenbrunn im Phyllit und anschließend daran nordwestlich von Sinatengrün im Gneis resp. Granit verlaufen. Tatsächlich aber

wurden im ersten großen Bahneinschnitt, der nach der Station Holenbrunn jenseits eines kleinen Wasserlaufes seinen Anfang nimmt, statt Granit und Gneis Kalksilikatfelse vorgefunden. Da der Einschnitt seiner ganzen ziemlich langen Ausdehnung nach in diesem Gestein verläuft, ist sichergestellt, daß der Phyllit mit seinen Kalkeinlagerungen nordwestlich Sinatengrün weiter nach Norden übergreift, als die GÜMBEL'sche Karte ersehen läßt. Darnach ist wohl die Annahme richtig, daß das Kalksilikatgestein, welches direkt an den Granit angrenzt, den Einlagerungen des

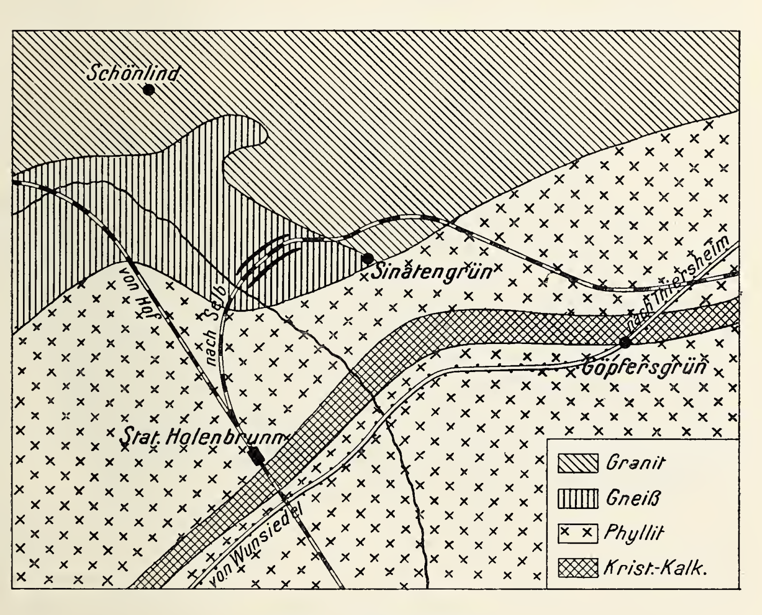


Fig. 1. Kartenskizze.

körnigen Karbonatgesteines entspricht, die in weiterer Entfernung vom Granitmassiv in dieser Gegend so häufig auftreten.

Über das geologische Alter dieser Kalkeinlagerungen und des sie umschließenden Phyllites liegen in keiner Weise Anhaltspunkte vor. Nur so viel ist sicher, daß die jetzt kristallinischen Karbonatgesteine ursprünglich sedimentäre Kalksteine waren, die durch Kontaktmetamorphose eine Umkristallisation erfuhren, ähnlich wie dies bei manchen alpinen Marmorlagern, z. B. den Marmorlagern des Vintschgaues, der Fall ist. Wie dorten haben wir auch hier ganz analoge Lagerungsverhältnisse: der Granit tritt ganz nahe an den Phyllit mit seinen Kalkeinlagerungen heran, und häufig werden Schiefer und Kalk von Aplit- und Pegmatitgängen durchsetzt, so besonders schön in dem Kalkbruche bei

Stemmas unweit Thiersheim. Lindemann[1], der einige wichtige Vorkommnisse von körnigen Karbonatgesteinen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entstehung und Struktur eingehend bearbeitete, hat auch in den Kalken und Dolomiten des Fichtelgebirges — speziell auch des Wunsiedler—Göpfersgrüner Kalkzuges — durch eine Reihe der typischen Kontaktmineralien, wie Forsterit, Phlogopit, Strahlstein (Tremolit), Diopsid, Zoisit, Skapolith, Magnetkies, den einwandsfreien Nachweis von der kontaktmetamorphen Umkristallisation dieser Kalkeinlagerungen erbracht. Zur Ergänzung dieser Mineralien füge ich noch Chlorit, Flußspat, Turmalin, Schwefelkies, Kupferkies, Arsenkies, Bleiglanz und Zinkblende an, die mir im Laufe meiner langjährigen Lokalkenntnis dieser Kalkaufschlüsse bekannt wurden.

So interessant nun diese Kalke bei Sinatengrün in geologischer Hinsicht und als Fundstätten mancher Mineralien auch sind, treten doch ihre Beziehungen zum Granit nur wenig prägnant hervor. Viel übersichtlicher und klarer liegen diese Verhältnisse in dem oben erwähnten Bahneinschnitt nordwestlich von Sinatengrün, wo der massig auftretende Kalksilikatfels direkt am Granit liegt und häufig von Pegmatit und Aplitgängen durchsetzt ist. Daß diese Kalksilikatgesteine den Kalkeinlagerungen der Phyllite, die in weiterer Entfernung vom Granit ziemlich arm an Silikaten sind, doch völlig gleichwertig erscheinen, wird wohl kaum zu bezweifeln sein. Hat man doch in vielen Vorkommnissen Gelegenheit zu sehen, daß Kalkgesteine, die in direkte Beziehungen zum Granit treten, in analoge, vorherrschend aus Silikaten bestehende Bildungen übergehen.

Von den Apliten, welche die Kalksilikatgesteine nach allen Richtungen hin durchsetzen, kann man zweierlei Ausbildungsformen unterscheiden. Die einen, meist rein weiß, oft nur aus Quarz oder nur aus Feldspat bestehend, bilden in der Hauptsache Injektionsadern, die bis etwa fingerstark werden. Sie enthalten manchmal größere braune Kristalle von Vesuvian. Von ihnen unterscheiden sich die eigentlich gangförmigen Aplite durch ihre rostige Fleckung, die in der Hauptsache auf verwitterten Schwefelkies zurückzuführen ist. Sie verwerfen die Reihe der ersteren und durchsetzen die Bänderung der Gesteine in Gängen von wenigen Zentimetern Mächtigkeit bis vielleicht 1 m. An dem Kontakt dieses Aplites finden sich häufig Anreicherungen von Hornblende, die dann in deutlichen Kristallblättchen auftreten kann. Seine mineralische Zusammensetzung ist ein gleichmäßig feinkörniges Aggregat von Quarz und Feldspat mit Rostflecken, während die vorher erwähnten Injektionsadern neben ihrer ungleichmäßigen Mischung oft auch ziemlich grobkörnig werden (Fig. 2).

---

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. 1904. Beil.-Bd. XIX. p. 197—318.

Auch der mikroskopische Befund ließ einen deutlichen Unterschied der beiden Aplite erkennen. Bei den meist rein weißen Aplitinjektionsadern wechseln die beiden Gemengteile Quarz und Feldspat in den weitesten Grenzen, vom dichten Gemenge bis zum vollständig selbständigen Auftreten des einen oder anderen Bestandteiles. Gewöhnlich überwiegt ein meist unregelmäßig gitterlamellierter Feldspat, der auf den ersten Blick sehr mikroklinähnlich aussieht. Bei genauerer Bestimmung nach der Methode von Fouqué konnte nur Albit gefunden werden, der also wohl gleichzeitig Lamellierung nach dem Albit- und dem Periklingesetz in sehr verwaschener Form aufweist. Daneben scheint etwas



Fig. 2. Injizierter Kalksilikatfels mit Aplitgängen.

Orthoklas, aber niemals in größerer Menge, vorhanden zu sein. Der Quarz erscheint in körnigen Aggregaten. Sieht man von wenig Titanit, der ab und zu in Körnern eingesprengt ist, ab, so sind Akzessorien in diesem Aplit kaum vorhanden, wohl aber ist der Vesuvian an diese Injektionsadern gebunden. Im Schliff ist er dann durch die meist dem Salband parallel angeordneten ziemlich großen prismatischen Kristalle leicht erkennbar. Diese haben zwar eine für Vesuvian hohe Doppelbrechung und deutlichen bräunlichen Ton, sind aber schon makroskopisch zweifellos als Vesuvian bestimmbar.

Die feinkörnigen rostigen Aplite dagegen enthalten Albit-Oligoklas als meist schlecht zwillingslamellierten und vielfach bereits etwas sericitisierten Plagioklas, neben stets vorwiegendem Mikroklin mit stellenweise recht gut entwickelter schriftgrani-

tischer und perthitischer Verwachsung und neben geringen Anteilen von Orthoklas. Sie zeichnen sich ferner durch einen Reichtum an Akzessorien aus. So sind nadliger und körniger Apatit, Titanitkörner stets massenhaft vorhanden, während rissige Granaten und Prehnit in Adern und Nestern zu den weniger häufigen Akzessorien gehören. Häufig durchsetzen Chlorit-, Hornblende- und Biotitaggregate das Gestein oder haben sich in den Spaltrissen des Feldspates angesiedelt. Meist reich an pleochroitischen Höfen, sind diese Mineralien ab und zu bereits verwittert und schließen dann rostfarbene Partien und braune Eisenoxyde ein.

Der Kalksilikatfels selbst ist schon äußerlich leicht durch seine dichte Beschaffenheit, seinen splitterigen Bruch, durch seine ausgesprochene Bänderung und die wechselnden Lagen und Gänge von Aplit und Quarz erkennbar. Diese Bänderung ist je nach dem vorherrschenden Mineralbestand auch in der Färbung verschieden. Vorherrschender Granat bewirkt eine lichtrötliche, überwiegend Diopsid eine ausgesprochene hellgrüne Farbe, während die an Hornblende und Biotit reichen Bänder dunkelgrau bis schwarzgrau gefärbt sind. Hin und wieder findet sich auch Vesuvian vor, der dann meist zwischen den Diopsid- und älteren, frischen Aplitlagen feinkörnige braune Schnüre bildet. Kommt es zu nesterartigen Ansammlungen dieses Minerales, die hier allerdings nur ganz vereinzelt beobachtet werden, so tritt es in körniger und kurzprismatischer, kristallographisch schlecht entwickelter Form auf, zum Unterschiede von dem Vesuvian, der bei Göpfersgrün als analoge Bildung in z. T. recht großen Kristallen gefunden wurde.

An dem schön gebänderten Kalksilikatfels läßt sich übrigens die Verschiedenheit der Plastizität der Granat- und Diopsidbänder bei ihrer Beanspruchung durch Druck gut verfolgen. Fig. 3 zeigt dies nach einer geschliffenen Platte. Die lichtgrünen bis dunkelgrünen — im Bilde dunkelgrauen — diopsidreichen Lagen sind mannigfach gefältet aufgestaut und stellenweise von unregelmäßigen aplitischen Lagen — im Bilde rein weiß — injiziert, während der Granatfels — im Bilde lichtgrau — an den Biegungsstellen infolge seiner geringen Elastizität massenhafte parallele Querrisse aufweist, die durch Aggregate von reinem körnigen Quarz — im Bilde schwärzlich — wieder ausgefüllt sind. Die mannigfache Aufstauung und Auswalzung der diopsidreichen Lagen gegenüber der plumpen Form der granatreichen verläuft in derselben Richtung.

In den Schliffen des Kalksilikatfelses lassen sich die makroskopischen Befunde gut verfolgen. Auch hier wechseln gewöhnlich diopsid- und granatreiche Lagen miteinander ab; auch Übergänge der beiden ineinander sind nicht selten. Neben Diopsid oder

Granat tritt noch Quarz in unregelmäßigen Körnern als Hauptbestandteil auf, zu dem sich ab und zu noch etwas Feldspat gesellt. Letzterer ist dann entweder ein meist reichlich mit Diopsideinschlüssen durchsetzter Orthoklas oder ein trüber Plagioklas mit undeutlicher Zwillingslamellierung, der einigemal als Albit-Oligoklas bestimmbar war.

Gibt überwiegender Diopsid dem Kalksilikatfels das Gepräge wie im grüngefärbten Diopsidfels, so erscheint das Mineral u. d. M. stenglig-körnig bis feinkörnig entwickelt. Meist ist es dann begleitet von blätterigen Aggregaten grüner Hornblende,

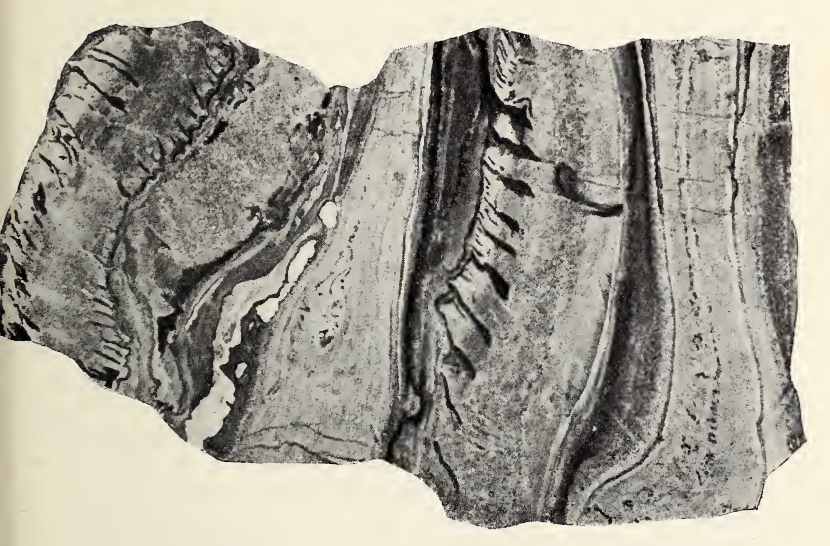


Fig. 3. Gebänderter Kalksilikatfels.

Biotitfetzen und einem dem Biotit sehr ähnlichen, gleichfalls braunen und stark pleochroitischen Mineral, das seiner sehr schwachen Doppelbrechung nach zur Chloritgruppe gehören dürfte. Diese Begleitmineralien sind an pleochroitischen Höfen überaus reich und verdrängen im Kontakt mit den Aplitlagen und Gängen den Pyroxen oft ganz. Die schlecht begrenzten Prismen der Hornblende werden dann öfter ziemlich groß und bringen die makroskopisch deutlich hervortretenden schwarzen Ränder hervor (vergl. Fig. 2, p. 349).

Der Granat, vermutlich Grossular, bildet kleine, deutlich umgrenzte Körner, meist mit reichlichen Diopsideinschlüssen; er verhält sich optisch isotrop und erscheint im Dünnschliff völlig farblos.

Weniger häufig finden sich noch Klinozoisit in zusammenhängenden Partien, Epidot in kleinen Fetzen und körnige Aggregate von Prehnit in feinen Adern. Sieht man von etwas Titanit, der ab und zu in den hornblende- und biotitreichen Lagen des Kalksilikatfelses sich einstellt, ab, so fehlen Akzessorien in dem Hornfels vollständig, im Gegensatz zu ihrem reichlichen Auftreten im Aplit.

Der Kalksilikatfels bildet das Hauptmaterial, doch finden sich auch Lagen, die reich sind an rhomboedrischen Karbonaten und schon äußerlich mehr dem grauen Kalk der Sinatengrüner Brüche ähneln. Makroskopisch lassen sich in diesen grauen, gelbgrün gebänderten Gesteinen leicht stengliger Tremolit feststellen, analog dem Vorkommen dieses Minerales im Sinatengrüner Kalk, und gelbgrüne Adern von Epidot, welche die Bänderung nach allen Richtungen hin verwerfen. Mikroskopisch wurde noch Klinozoisit nachgewiesen.

Die vergleichende Betrachtung der Lagerungs- und petrographischen Verhältnisse ergibt, daß die oben beschriebenen Kalksilikatfelse und die phyllitischen Kalkeinlagerungen zwischen Wunsiedel—Sinatengrün—Göpfersgrün—Thiersheim äquivalente Bildungen sind, nur mit dem Unterschiede, daß diese vorherrschend Carbonat-, jene vorherrschend Silikatgesteine sind. Dieser Unterschied erklärt sich wohl am besten daraus, daß die beschriebenen Silikatgesteine in nächster Nähe am Granitkontakte anstehen, während die Kalkzüge etwas weiter entfernt sind. Jedenfalls liefern diese neuen Aufschlüsse am Bahnkörper Holenbrunn—Sinatengrün einen neuen Beweis, daß es sich bei all diesen Vorkommen um kontaktmetamorphe Bildungen handelt, ähnlich wie dies schon von Lindemann für die dortigen phyllitischen Kalkeinlagerungen nachgewiesen wurde. Daß in der Nähe des Granitkontaktes Kalkgesteine zu Kalksilikatgesteinen werden, ist eine alte bekannte Beobachtung. Die vulkanischen Agenzien zeigen sich nicht nur in der Umwandlung des Kalksteines in Kalktonerde- und Kalkmagnesiasilikate, sondern auch in dem ziemlich reichen Gehalt an natronreichem Feldspat, der wohl ebenso wie der Quarz und die aplitischen Injektionen dieser Gesteine den granitischen Agenzien entstammt.

Die gebänderte Beschaffenheit, welche die Kalksilikatgesteine von Holenbrunn aufweisen, ist auch in den Kalkbrüchen der Umgebung weitverbreitet, wobei gewöhnlich phyllitische Lagen mit dem Kalk abwechseln. Die Erscheinung der Injektion durch aplitisches Material fehlt aber in weiterer Entfernung und ist nur in allernächster Nähe des Granitkontaktes zur Entstehung gekommen. Die gangförmigen Aplite werden wohl hin und wieder in den Kalkbrüchen — z. B. bei Stemmas östlich von Thiers-

heim — durch Pegmatite vertreten, sind aber hier in diesen Silikatgesteinen der nächsten Kontaktzone sehr viel reichlicher vorhanden und in ihrer Gangform viel schärfer ausgebildet.

Die hier beschriebenen Kalksilikatgesteine sind also zweifellos Kontaktbildungen am Granit, und zwar durch die kontaktmetamorphosierenden Agenzien in ihrem chemischen Bestande stark beeinflußt. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß die ganze Reihe der Kalktonerde- und Kalkmagnesiasilikate, also Granat, Vesuvian, Diopsid, Klinozoisit, Epidot, Hornblende nicht aus ursprünglichen Unreinheiten eines Kalkmergels hervorgingen, sondern vielmehr der gegenseitigen Reaktion der vom Granit abgegebenen Lösungen und des ursprünglich ziemlich reinen Karbonatgesteines ihre Entstehung verdanken.

München, Petr. Seminar der Universität, im März 1916.

Hermann Klaatsch †.

Von **Richard N. Wegner** in Rostock.

Auf einer Ferienreise verstarb plötzlich am 5. Januar in Eisenach der Professor der Anatomie und Anthropologie und Direktor des Anthropologischen Instituts in Breslau, Hermann Klaatsch, erst im 53. Lebensjahre, in den besten Jahren seines Schaffens. Ein unerwarteter und schmerzlicher Verlust hat seine zahlreichen Freunde und Schüler getroffen, ein ungewöhnlich begabter Mann der Wissenschaft und ein glänzender Lehrer ist uns vorzeitig entrissen worden. Keines anderen Forschers Arbeit hat unser Wissen über die paläontologische Vorgeschichte des Menschen im letzten Jahrzehnt so bereichert wie die seine, und noch viele Jahre hätte er hier ein fruchtbares Wirken entfalten hönnen.

Es waren altehrwürdige ärztliche Traditionen schon von Urgroßvaters Zeiten her, die in dem Hause walteten, in dem Hermann August Ludwig Klaatsch am 10. März 1863 in Berlin geboren wurde. Schon früh zeigte er ein großes Interesse für die Naturwissenschaften, besonders für das Sammeln von Amphibien und Reptilien. Nach Abschluß der Schulbildung auf dem Königl. Wilhelms-Gymnasium in Berlin begann seine Studienzeit auf der Universität Heidelberg, wo von Anfang an Gegenbaur einen besonderen Einfluß auf ihn ausübte. Zu seinen Lehrern gehörten in Heidelberg unter anderen noch der Anatom G. Ruge, der Zoologe Bütschli, der Physiker Bunsen und der Pathologe Arnold. Im Sommersemester 1883 arbeitete er an seiner ersten wissenschaftlichen Arbeit: „Zur Morphologie der Säugetierzitzen“ (Morpholog. Jahrb. 1884). In den Ferien desselben Jahres reiste er zu Coelenteraten-Studien ans Meer und verweilte längere Zeit auf der Station

Villefranche bei Nizza. Nach erledigter Dienstpflicht im Wintersemester 1883/84 arbeitete er längere Zeit im Rudolf Virchow-Laboratorium und als Volontär-Assistent am Augusta-Hospital. Im März 1885 kam er einer Aufforderung Geheimrat Waldeyer's nach, um bis zum Oktober 1889 als Assistent am Anatomischen Institut in Berlin zu bleiben. Im Oktober 1885 wurde er zum Doktor der Medizin promoviert mit einer Dissertation über die Eihüllen von *Phocaena communis.* Im Wintersemester (4. März) 1885/86 erfolgte auch seine Approbation als Arzt.

Im Oktober 1888 folgte er einer Aufforderung Gegenbaur's, um als Assistent in das Heidelberger Anatomische Institut überzusiedeln. Am 26. Juli 1890 habilitierte er sich in Heidelberg mit einer Arbeit über den Descensus testiculorum (Morpholog. Jahrb. 1890). Im Juni 1895 wurde er dann a. o. Professor für menschl. Anatomie in Heidelberg. In den Jahren 1904—1907 unternahm er seine große Forschungsreise nach Australien zur Untersuchung der dortigen, im Aussterben begriffenen Eingeborenen, und zwar mit Unterstützung der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Damals besuchte er sowohl Süd- wie im Oktober 1905 Westaustralien, auch paläontologische Sammlungen anlegend; im Dezember 1905 reiste er nach Java, wo er gleichfalls anthropologische und paläontologische Studien vornahm, auch an den berühmten Fundstellen des *Pithecanthropus* Nachuntersuchungen anstellte. Im April 1907 erhielt er bei seiner Rückkehr eine Berufung als etatsm. Professor der Anatomie, Anthropologie und Ethnographie in Breslau und zu gleicher Zeit als Kustos der dortigen Sammlungen des Anatomischen und des Ethnologischen Museums. Anfang Juli 1914 erfolgte die Neueröffnung der unter seiner Leitung stehenden anthropologisch-ethnographischen Sammlung, welche in den Erdgeschoßräumen eines der Universität gehörigen Gebäudes untergebracht wurde. Leider reichten die Mittel nicht aus, um die Sammlungen zu einem größeren Forschungsinstitut zu erweitern und die nötigen Arbeitsräume zu schaffen, an denen es hier mangelte. Dem Ausbau dieses Instituts galten seine letzten Bemühungen, ihm sind auch die wertvollen Privatsammlungen des Verstorbenen testamentarisch anheimgefallen.

Seine selten fruchtbare schriftstellerische Tätigkeit[1] läßt sich zwanglos in zwei Perioden einteilen, deren Trennung etwa um die Jahrhundertwende fällt. In der ersten Periode beschäftigt sich Klaatsch vorwiegend mit Problemen der vergleichenden Anatomie und Stammesgeschichte der niederen Wirbeltiere wie der Säugetiere, in der zweiten Periode seines literarischen Schaffens mit dem

[1] Eine eingehendere Würdigung auch der rein anatomischen Arbeiten findet sich in dem im Anatom. Anz. **48.** p. 611—623. Jena 1916 erschienenen Nekrolog, dem auch ein Verzeichnis der Veröffentlichungen von Hermann Klaatsch sowie ein Porträt beigegeben ist.

Menschen, dessen spezieller Stammesgeschichte und Rassenmorphologie. Auf letzterem Gebiete liegen auch seine so neuartigen und anregend geschriebenen Arbeiten zur Paläontologie des Menschen, auf die hier besonders hingewiesen werden soll. Vorerst (1884 bis 1892) hatte er sich in 5 Arbeiten mit dem Bau der Mammaorgane und damit in Zusammenhang stehender anatomischer Vorgänge beschäftigt, wozu ihm unter anderem auch Semon's Forschungsreisen nach Australien erwünschtes Material lieferten.

Längere Zeit stand dann im Vordergrunde seines Interesses die Skelettbildung der Wirbeltiere. In das wichtige Problem der Anfänge der Knochenbildung versuchte er in zwei ausgedehnten, sehr gründlichen Beiträgen einzudringen: 1. „Zur Morphologie der Fischschuppen und zur Geschichte der Hartsubstanzgewebe“ (Morpholog. Jahrb. 1890). Diese Arbeit behandelt die Entstehung des Hautskeletts der niederen Wirbeltiere in vergleichend-anatomischer, embryologischer und paläontologischer Hinsicht, ihr Studium dürfte noch heute für jeden Paläontologen unentbehrlich sein. Hierbei wurde die Frage nach der ersten Herkunft der Zellen, die Zahnbein- und Knochengewebe liefern, angeschnitten. Die Abstammung dieser Elemente aus dem Ektoderm suchte er dann in einer zweiten Arbeit nachzuweisen: „Über die Herkunft der Skleroblasten. Ein Beitrag zur Lehre von der Osteogenese“ (Morpholog. Jahrb. 1894). Der Anstoß, den diese Arbeiten bei einigen Anhängern der Keimblattlehre erregten, veranlaßte lebhafte Diskussionen; sie wurden der Anlaß zu einer Entgegnungsarbeit: „Über die Bedeutung der Hautsinnesorgane für die Ausscheidung der Skleroblasten aus dem Ektoderm“ (Verh. d. Anatom. Ges. 1895). Neben den Problemen der Hautknochenbildungen übten Untersuchungen über die ersten Anfänge und Entfaltungen des Achsenskeletts einen besonderen Reiz auf seinen Forschertrieb aus. Damals entstanden die „Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule“ (Morpholog. Jahrb. 1895), insbesondere über den „Urzustand der Fischwirbelsäule“ (Morpholog. Jahrb. 1893), über die „Bildung knorpeliger Wirbelkörper bei Fischen“ (Morpholog. Jahrb. 1893), „Zur Phylogenese der Chordascheiden und zur Geschichte der Umwandlung der Chordastruktur“ (Ibid. 1895), sowie „Über die Chorda und die Chordascheiden der Amphibien“ (Verh. d. Anatom. Ges. 1897).

Das Material für diese Chordastudien lieferte ihm ein längerer Aufenthalt auf der zoologischen Station in Neapel im Jahre 1894. Er wurde für ihn zu einem bedeutenden Fortschritt in seiner Kenntnis der niederen Wirbeltiere. Auch in Messina arbeitete er über die Entwicklung des *Amphioxus*, insbesondere in der Meeresbucht am Faio, wo schon Hatschek günstige Gelegenheit gefunden hatte, alle Entwicklungsstufen des Lanzettfischchens zu sammeln und zu beobachten. Als wissenschaftliches Ergebnis dieser Reisen veröffentlichte er eine ganze Reihe von Beobachtungen zur Anatomie

und Entwicklungsgeschichte dieses niederen Wirbeltieres. Daneben hatte er sich in Neapel auch mit Tunikaten und niederen Seetieren, insbesondere mit den Appendicularien, befassen können.

Eine andere größere Reihe von Untersuchungen galt der Stammesgeschichte des Darmkanals der Landwirbeltiere, besonders den Mesenterialbildungen. Seit Johannes Müller's Zeiten war am Bauchfell nicht wieder mit solchem Erfolge vergleichend-anatomisch und teratologisch wie auf seinem morphologischen Wege gearbeitet worden (Morpholog. Jahrb. 1892).

Unter Gegenbaur's Einfluß wandte Klaatsch ganz besonders sein Interesse dem schwierigen Problem der Heranbildung der Landgliedmaßen aus den Fischflossen zu. Da ihm für diese Frage höchst wichtiges, bisher fast unerreichbares Material in Exemplaren des aus Kamerun stammenden Ganoiden, *Calamoichthys*, zur Verfügung stand, so konnte er in seiner Arbeit: „Die Brustflosse der Crossopterygier, ein Beitrag zur Anwendung der Archipterygiumtheorie auf die Gliedmaßen der Landwirbeltiere“, die in der Festschrift für seinen Lehrer Gegenbaur (1896) erschien, neuartige Beiträge zur Lösung dieses Problems bieten.

Mit ausgedehnten Studien auch in paläontologischer und geologischer Hinsicht beginnt die zweite Periode seiner Forschertätigkeit. In die Übergangszeit hierzu fallen seine ersten allgemein gehaltenen Publikationen und eine Reihe von Vorträgen über Vererbungsprobleme in der Heidelberger medizinischen Gesellschaft. Aus Volkshochschulvorträgen, die er im Auftrage der Universität Heidelberg mehrere Jahre in Mannheim unter vielem Zuspruch hielt, entstanden die „Grundzüge der Lehre Darwin's“ (Mannheim 1900). In seinen nicht weniger stark besuchten Vorlesungen an der Universität Heidelberg über das gleiche Thema zeichnete er sich durch die ihm eigene glänzende Begabung als Lehrer aus, dessen Begeisterung erweckende Lebhaftigkeit alle Ausführungen zu eindringlicher Anschaulichkeit gestaltete.

Seine Beschäftigung mit Geologie und Paläontologie erhielt viel Anregungen durch den damals nach Heidelberg berufenen Geologen Salomon. So entstand eine Spezialarbeit: „Zur Deutung von *Helicoprion*“ (dies. Centralbl. 1901); einmal hat er auch eine geologisch-paläontologische Vorlesung gehalten.

1897 besuchte er auf Anregung Waldeyer's zum erstenmal einen Anthropologenkongreß, und zwar in Lübeck. Klaatsch konnte sich aber mit der damals noch unter Rudolf Virchow's Einfluß stehenden Richtung in der Anthropologie nicht befreunden. Seine zahlreichen Vorträge auf späteren Anthropologenkongressen sollten zeigen, wie weit er selbst der Anthropologie und Prähistorie dann diese neuen Bahnen gewiesen hat.

Die Fortführung seiner morphologischen Untersuchungen über die Muskulatur der Gliedmaßen nötigte ihn zu speziellerem Ein-

gehen auf die Stellung des Menschen zu den Affen und besonders zu den Anthropoiden. Daher bildet seine Arbeit „Der kurze Kopf des Musculus biceps femoris und der Tenuissimus — ein stammesgeschichtliches Problem“ (Morpholog. Jahrb. 1900) den Übergang zu seinen Arbeiten über die Stammesgeschichte der Menschheit, in der er an einem speziellen Beispiel zeigen konnte, daß sich der Mensch manches primitive Merkmal, wie die Form des Biceps-Kopfes, bewahrt hat. Ein Vortrag in Heidelberg führte zu einer allgemeinen Besprechung des „Gegenwärtigen Standes der *Pithecanthropus*-Frage“ (Zool. Zentralbl. 1899). Im Anschluß daran erschien das Referat: „Die fossilen Knochenreste des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstammungsproblem“ (Merkel-Bonnet's Ergebnisse. 1899). Auf Anregung Schötensack's legte er seine neuen Ansichten: „Über die Stellung des Menschen in der Reihe der Säugetiere, speziell der Primaten, und den Modus seiner Heranbildung aus einer niederen Form“ (Globus. 1899), auch auf dem Anthropologenkongreß in Lindau dar. Eine Fortsetzung dieses Themas bildet sein Vortrag: „Über die Ausprägung der spezifisch menschlichen Merkmale in unserer Vorfahrenreihe“, auf dem Anatomenkongreß in Metz (Verhandl. 1901).

Mittlerweile war das Thema des Neandertalmenschen aktuell geworden. Unabhängig voneinander hatte sich neben G. Schwalbe auch Klaatsch dieser so lange vernachlässigten fossilen Reste angenommen. Auf dem Anatomenkongreß in Bonn 1901 trug Schwalbe seine Ergebnisse über den Schädel vor, während Klaatsch über die Gliedmaßen sprach. Damit war die Lehre vom Neandertalmenschen neu begründet worden; wie durch keinen anderen hat sie von da ab durch seinen unermüdlichen Fleiß, glückliche neue Entdeckungen und sorgfältige vergleichend-anatomische Arbeit einen weiteren Ausbau erfahren. Inzwischen waren die Funde aus Krapina bekannt geworden. Im Herbst 1901 konnte er dieselben in Agram persönlich untersuchen und ihre Zugehörigkeit zur Neandertalrasse bestätigen. Alles das reizte ihn, einmal systematisch die Museen und Fundstätten Europas zu bereisen, um alles das mit eigenen Augen prüfen zu können, was uns bisher die Erde an Überresten des Diluvialmenschen wiedergeschenkt hatte. 1902 führte er eine Untersuchung der Überreste des Spymenschen durch, welche in Lüttich aufbewahrt werden, und legte die gemeinsamen Charaktere des Schädels mit der Neandertalrasse dar: „Occipitalia und Temporalia der Schädel von Spy verglichen mit denen von Krapina“ (Zeitschr. f. Ethnol. 1902). Dieselbe Studienreise machte ihn mit allen wichtigeren Fossilresten in den Museen Frankreichs und Englands bekannt, auch konnte er die klassischen Fundstellen des Diluvialmenschen im Vezèretal in der Dordogne besuchen. In einem Vortrage in Berlin über „Anthropologische und paläolithische Ergebnisse einer Studienreise durch Deutschland, Belgien

und Frankreich" (Zeitschr. f. Ethnol. 1903) berichtete er darüber. Ihm folgte im nächsten Sommer der „Bericht über einen anthropologischen Streifzug nach London" etc. (Ibid. 1903). Seine nunmehr auch aus eigenster Betrachtung gewonnenen Ansichten über den Skelettbau der einzelnen Menschenrassen und deren genaue Vergleichung mit den Fossilresten führten zu dem ersten zusammenfassenden Versuch unter dem Thema: „Über die Variationen am Skelett der jetzigen Menschheit in ihrer Bedeutung für die Probleme der Abstammung und Rassengliederung" (Ibid. 1902) — sein Thema auf dem Anthropologenkongreß in Dortmund. Die Grabungen, welche er 1902 nach Silex-Artefakten begonnen hatte, setzte er 1903 mit reichem Erfolge fort. Seine Darlegungen: „Über die tertiären Silex-Artefakte aus den subvulkanischen Sanden des Cantal" (Arch. f. Anthropol. 1905), führten sowohl auf dem nächsten Anthropologenkongreß als in der Berliner Anthropologischen Gesellschaft zu lebhaften Diskussionen. Die Fortsetzung seiner Gliedmaßenstudien im Anschluß an die Neandertalreste geschah in einem Referat: „Über die Fortschritte der Lehre von den fossilen Knochenresten des Menschen in den Jahren 1900—1903" (Merkel-Bonnet's Ergebn. 1903). Die erste allgemein verständliche Darstellung seiner neuen Ergebnisse über die Entstehung und Entwicklung des Menschengeschlechts wurde im zweiten Bande von „Weltall und Menschheit" (Berlin 1902) mit zahlreichen Abbildungen veröffentlicht und somit weiteren Kreisen zugänglich gemacht. Zahlreiche Aufforderungen zu öffentlichen Vorträgen, denen er bereitwillig aus dem Gefühl heraus nachkam, der Allgemeinheit auch hierin dienen zu müssen, waren die Folge.

Seine Resultate auf dem Boden Mitteleuropas drängten geradezu auf eine Forschungsreise nach Australien, da die dortigen Eingeborenen der paläolithischen Menschheit offenbar nahestehend geblieben sind. Klaatsch gebührt das Verdienst, die Bestätigung dieser Ansicht auch in körperlicher und kultureller Hinsicht erbracht zu haben. Über seine Ergebnisse auf dieser dreijährigen Forschungsreise berichtete er zuerst auf dem Adelaide Meeting der Australian Association for the Advancement of Science (1907). Schon in Australien hatte er eine sehr ausgedehnte Untersuchung der Schädel australischer Eingeborener begonnen (Report of the Luncay Department. 1908), desgleichen eine Reihe brieflicher Mitteilungen nach der Heimat gesandt (Zeitschr. f. Ethnol. 1905—1907). Neben reichen ethnologischen Sammlungen (jetzt z. T. im Rautenstrauch-Joest-Museum in Köln und im Anthropologischen Institut Breslau) hatte er große Sammlungen von Schädeln und Knochenmaterial der Australier sowie wertvolles Spiritusmaterial zusammengebracht. In Australien waren ihm auch seine geologischen Kenntnisse von großem Vorteil gewesen. Er hatte dort Überreste von Riesenformen australischer Beutler der Diluvialzeit, so am Callabonnasee

sammeln können; sehr sorgfältig waren seine Untersuchungen des Sandsteins von Warrnambool, von wo er einen Fußabdruck des *Genyornis Newtoni* mitbrachte (die geologischen Funde befinden sich jetzt zum größeren Teil im Geologischen Institut der Universität Breslau). Nach einem Besuche Nordwest-Australiens machte Klaatsch im Dezember eine Reise nach Java und nach einigen Teilen des Archipels. Hier besuchte er die Fundstellen des *Pithecanthropus* und führte eine Reihe anthropologischer und ethnologischer Untersuchungen durch. Im Mai 1906 konnte er nach Wiederherstellung von der Malaria auch noch Nord-Australien aufsuchen. Nach Deutschland zurückgehrt, veröffentlichte er vergleichende Untersuchungen über die „Steinartefakte der Australier und Tasmanier" (Zeitschr. f. Ethnol. 1908). Auf dem Anatomenkongreß 1908 sprach er über den Vergleich des „Gesichtsskeletts der Neandertalrasse und der Australier" (Verh. 1908) und hob die wichtigen Unterschiede hervor. Die australischen Schädelstudien führten auch zu Grundlagen für ein neues System der „Kraniomorphologie und Kraniotrigonometrie" (Arch. f. Anthropol. 1909), nachdem er schon vorher eine sehr brauchbare Verbesserung des Lissauer'schen Apparates zur Aufzeichnung von Schädelkurven eingeführt hatte. Seine neuen Methoden zur Erforschung der Rassenmorphologie des Unterkiefers wurden wesentlich mit durch den wichtigen Fund von Mauer veranlaßt, selbst Schötensack's morphologische Beschreibung des Kiefers vom *Homo heidelbergensis* beruht fast ganz auf Klaatsch'schen Intuitionen. Eine ungemein reiche, unerwartete Förderung seiner Studien erhielt Klaatsch durch die Grabungen Hauser's in der Dordogne. Die erste Hebung und wissenschaftliche Beschreibung von Hauser's Auffindung des „*Homo Mousteriensis Hauseri*" (Arch. f. Anthropol. 1909) wurde ihm übertragen. Es war der erste Fund eines Neandertalers auf französischem Boden, dem dann erst weitere Entdeckungen durch französische Gelehrte folgten. Später kam noch die wichtige Entdeckung des „*Homo Aurignacensis Hauseri*" (Präh. Zeitschr. 1910) hinzu. Dieser Fund zeigte einen anderen Typus als die Neandertalrasse an und brachte so das wichtige Ergebnis, daß schon im Diluvium mehr als eine deutlich voneinander unterscheidbare Menschenrasse vorhanden war. Vergleiche mit dem Schädel von Galley-Hill neben der schon vorher durchgeführten Erforschung der übrigen diluvialen Reste und ausgedehnte Untersuchungen an einem ungemein reichen Schädel- und Spiritusmaterial von Menschenaffen, das er mit seinen Schülern zusammengebracht hatte, führten ihn auf das fundamentale Problem der Abstammung der Menschenformen und Menschenaffen (Verh. d. Anthrop. Ges. 1910). Für die gleiche Feststellung, wie sie auch sonst die Paläontologen machten, daß fast alle Säugetiere sich in mehreren nebeneinander parallel laufenden Stämmen entwickeln, deren Anfänge geologisch sehr weit zurückliegen, von deren Gliedern aber noch unterscheid-

bare Charaktere längst abgesunkener Nebenzweige trotz gleichartiger Höherentwicklung beibehalten werden, glaubte Klaatsch zuerst eigenartige Belege in Gleichförmigkeiten von Orang und Aurignacenser einerseits, Gorilla und Neandertaler andererseits auch für die Menschenstammesgeschichte gefunden zu haben. Ausgangspunkt für diese Untersuchungen waren die Beobachtungen, die er in seinem Vortrage „Die stammesgeschichtliche Bedeutung des Reliefs der menschlichen Großhirnrinde“, auf der Anthropologenversammlung in Heilbronn (1911) niederlegte.

Dann folgten einige Publikationen allgemein verständlicher Art über „Die Entstehung und Erwerbung der Menschenmerkmale“ (Fortschr. d. naturw. Forsch. 1911 u. 1912) und über „Die Anfänge von Kunst und Religion in der Urmenschheit“ (Leipzig 1913). 1913 erschien eine sorgfältige Bearbeitung der Turfanschädel (Abh. d. Akad. d. Wiss., Berlin 1913). Auf dem Anatomenkongreß zu Greifswald 1913 sprach er: „Über die Erwerbung der aufrechten Haltung und ihre Folgen“ (Verh. 1913), auf dem Anatomenkongreß zu Innsbruck 1914: „Über einige Probleme der Morphologie des menschlichen Armskeletts“. Sein Vortrag über die „Bedeutung des Säugemechanismus für die Stammesgeschichte des Menschen“ (43. Vers. 1912) auf dem Anthropologenkongreß zu Weimar sollte nur eine vorläufige Mitteilung aus einer umfangreicher angelegten Arbeit bedeuten. Ein groß angelegtes Reisewerk über Australien befand sich neben anderen Manuskripten noch in Bearbeitung, als ihm der Tod die Feder aus der Hand nahm; einer nachträglichen Herausgabe desselben dürfte auch von seiten der Geologen mit Interesse entgegengesehen werden.

Als Forscher zeigte Klaatsch einen unermüdlichen Fleiß, durch nichts zu beirrende Begeisterung, immer neuen wissenschaftlichen Problemen nachzugehen. Auf den zahlreichen von ihm besuchten wissenschaftlichen Versammlungen sprach er mit größter Lebhaftigkeit und der ihm eigenen eindringlichen Beredtsamkeit, konnte in sachlichen Diskussionen seine Ansichten auch mit Schärfe verteidigen.

Klaatsch hat vieles geschaffen, was von bleibendem Wert für die Wissenschaft ist, vor allem aber der Anthropologie neue Bahnen gewiesen, sie aus der erstickenden Luft der Meßtabellen zu freierer morphologischer Betrachtung führen helfen. Seine Methodik des vergleichend-morphologischen Details hat dem Paläontologen das Rüstzeug schärfen gelehrt für die Probleme, welche uns die paläontologische Erforschung des Menschen stellt, die in ihm einen ihrer hervorragendsten Förderer allzufrüh verlor.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Deformation des Winkels P : M der Plagioklasgestalt durch isomorphe Beimischung.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 1 Textfigur.

Beobachtungen von E. Schmidt[1] über die Mittelwerte kennzeichnender Winkel von Plagioklasen und eine Erläuterung der Ergebnisse seitens E. A. Wülfing[2] führten zu der Folgerung, daß die 38′ betragende Änderung von $\{001\}:\{010\} = P:M$ in der Reihe Albit—Anorthit bis auf halbe Bogenminuten als additiv angesehen werden kann im Gegensatz zu sonstigen wichtigen Plagioklaswinkeln, deren Zusammenhang mit der molekularprozentisch ausgedrückten Zusammensetzung sich nicht als lineare, sondern als mehr oder minder komplizierte Kurvenfunktion darstellt.

E. A. Wülfing fügt diesen Ergebnissen hinzu: „Im allgemeinen können ja trikline Bausteine von verschiedenen Winkeln und verschiedenen Molekularvolumen unmöglich nach allen drei Pinakoiden Additivität besitzen. Wenn sie es gerade nach der Zone der vorzüglichen Spaltflächen tun und sich dabei durch die anderen Dimensionen nicht merklich, d. h. sicherlich nicht mehr als bis auf $1\frac{1}{3}$ % Additivität stören lassen, so werden wir dies damit erklären, daß die Spaltflächen mit ihren größten Netzdichten die Orientierung beherrschen. Wir werden uns also in Zukunft daran gewöhnen müssen, in der ganzen Plagioklasreihe die bisherige Annahme vom Parallelismus der c-Achsen fallen zu lassen, um an ihre Stelle den Parallelismus der a-Achsen zu setzen."

Wülfing berührt dann noch die Frage einer kristallographischen Umstellung der Feldspate in der Art, daß ihre jetzigen Achsen a vertikal gerichtet werden und beschließt seine Betrachtung mit dem Ausblick, daß man nun weiterschreiten könne auf dem Wege zur Aufklärung „der Spannungen im Plagioklasgebäude und ihrer Beeinflussung der physikalischen, insbesondere der optischen Eigenschaften".

Es handelt sich also um kristallographisch an sich interessante

[1] E. Schmidt, Die Winkel der kristallographischen Achsen der Plagioklase. Dissert. Heidelberg 1916.

[2] E. A. Wülfing, Lassen sich die kristallographischen Fundamentalwinkel der Plagioklase mit der Zusammensetzung in gesetzmäßige Beziehung bringen? Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. A. 1915. 13. Abh.

und hinsichtlich der gezogenen Folgerungen wichtige Umstände, deren Erörterung zu begrüßen ist. Doch empfiehlt sich, die grundlegende These der Additivität von P : M noch einer Probeleistung bezüglich etwaiger allgemeiner Gültigkeit zu unterwerfen durch Beantwortung der Frage, ob die Additivität bei wechselnden Temperaturen bestehen bleibt oder ob sie nur bei der (für das allgemeine Wesen der Beziehung zwischen Winkelgröße und chemischer Zusammensetzung der Feldspate zufälligen) Zimmertemperatur zutrifft.

Es zeigt sich, daß eine temperaturfeste Additivität für P : M nicht besteht.

Die bislang thermogoniometrisch untersuchten Plagioklase Albit, Labradorit und Anorthit besitzen jeweils eine kennzeichnende besondere Form der Winkelkurve P : M.

Die Beckenkamp'schen Studien am Anorthit[1] ergaben, daß P : M des fast am Ende der Plagioklasreihe stehenden Mte.-Somma-Vorkommens bei der Temperaturerhöhung über 20° hinaus zunächst sich nur äußerst schwach ändert. Das nämliche zeigten meine entsprechenden Untersuchungen[2], durch welche dann weiterhin festgestellt wurde, daß der Bereich sehr geringer Deformation von P : M sich bis — 170° erstreckt, wobei sich ein sehr flach maximaler Wert um + 100° geltend macht, während andererseits über + 200° hinaus sich ein deutlicher Abfall des Normalenwertes von $(001):(0\bar{1}0)$ einstellt. Beträgt z. B. die Änderung von — 170° bis + 200° (Differenz 370°) nur 1 Minute, so steigert sie sich von + 200° bis 600° (Differenz 400°) auf ca. 12 Minuten.

Ein ganz anderes Diagramm führt der Albit vor, der gleichfalls von mir untersucht wurde. Seine Kurve für P : M hat von — 170° an einen erst langsamen, aber sehr deutlichen und sodann immer schnelleren Abfall. Vergleichsweise mit Anorthit beträgt die Änderung für das Intervall — 170° bis 205° $8\frac{1}{2}'$ statt 1', für das von + 205° bis + 594° 26' an Stelle von 12' bei Anorthit.

Wieder anders erscheint nach meinen Erfahrungen die Kurve für Labradorit; sie hat einen auffallend geradlinigen Verlauf in dem ganzen, von — 70° bis + 597° sich erstreckenden Beobachtungsreiche[3].

Hinsichtlich der gesamten beobachteten Veränderung und des Mittels für je 100° ergibt sich für Anorthit im Intervall — 170° bis 605° (zusammen 775°) eine Abnahme des Normalenwinkels

---

[1] J. Beckenkamp, Über die Ausdehnung monosymmetrischer und asymmetrischer Kristalle durch die Wärme. Zeitschr. f. Krist. 1881. 5. p. 436.

[2] F. Rinne, Die Kristallwinkeländerung verwandter Stoffe beim Wechsel der Temperatur. Dies. Centralbl. 1914. p. 705.

[3] Alle diese Kurven habe ich neuerdings durch Herrn cand. Grossmann an frischem Material kontrollieren lassen und bestätigt gefunden.

(0$\bar{1}$0) : (001) von 11,5′, also im Mittel auf je 100° 1,5′. Beim Albit zeigte sich im Intervall — 170° bis + 594° (d. h. auf 764°) eine Verminderung des nämlichen Winkels um 34,2′, im Mittel auf je 100° somit 4,5′. Der Labrador ließ eine Abnahme des in Rede stehenden Winkels im Intervall — 70° bis + 597° (zusammen 667°) von 17,2′ erkennen, im Mittel 2,6′ auf je 100°.

Am anschaulichsten gibt das Diagramm der Fig. 1 die in Rede stehenden Umstände wieder. Es sind in ihm für gewöhnliche

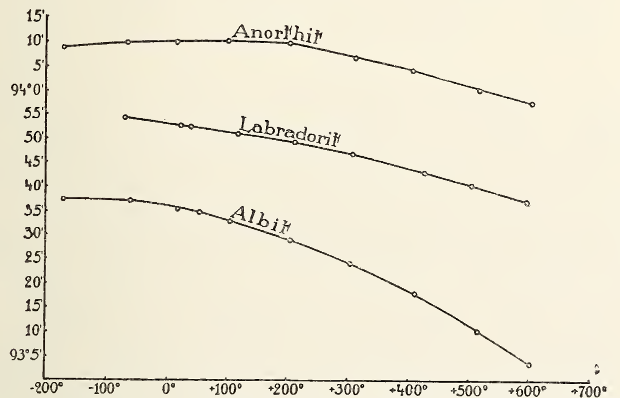


Fig. 1. Thermische Veränderung des Winkels P : M bei Anorthit, Labradorit und Albit.

Temperatur die durch E. Schmidt und E. A. Wülfing gewonnenen Idealwerte des Plagioklaswinkels P : M zugrunde gelegt und die beobachteten Veränderungen eingetragen. Das Diagramm erweist durch die Verschiebung des figurativen Punktes von Labradorit aus seiner Mittelstellung zwischen Albit und Anorthit, daß die geradlinige Funktion zwischen chemischer Zusammensetzung und Winkelwert {001} : {010} bei anderen als gewöhnlichen Temperaturen nicht besteht; bei Wärmegraden, die von ca. 20° abweichen, stellt sich die Abhängigkeit des Wertes P : M von der stofflichen Natur der drei Plagioklase jeweils in einer kurvenmäßigen Linie dar, wie das bei den sonstigen wichtigen Plagioklaswinkeln schon bei Zimmerwärme der Fall ist [1].

Institut für Min. und Petrogr. der Universität Leipzig.

[1] Diese thermischen Veränderungen von P : M sind, wie von vornherein anzunehmen ist und wie einschlägige Beobachtungen zeigen, für verschiedene Kristalle derselben Feldspatart die nämlichen, wenn auch die Messungsergebnisse für Zimmertemperatur in den bekannten Grenzen voneinander abweichen. Die in obiger Frage ausschlaggebende Kurvenform der Fig. 1 bleibt also jeweils bestehen.

Bemerkungen über die lineare Kraft wachsender Kristalle.

Von **George F. Becker** und **Arthur L. Day**.

Mit 3 Textfiguren.

(Schluß.)

Die gleichen Überlegungen gestatten den von Bruhns und Mecklenburg mitgeteilten Fall (Tab. 2) zu analysieren. Hier sind in der gleichen Lösung zwei Kristalle, einer unbelastet und einer belastet. Die Sättigungskonzentration wird gewöhnlich zuerst auf der Oberseite und den Seitenflächen des unbelasteten Kristalls, zweitens auf den exponierten (und gestrainten) Seitenflächen des belasteten Kristalls, drittens auf der tragenden Flüssigkeitsschicht unter dem unbelasteten Kristall und zuletzt in der Flüssigkeitsschicht unter dem belasteten Kristall erreicht werden. Ob die letztere Sättigungskonzentration in Gegenwart der drei niedrigeren Sättigungskonzentrationen sich überhaupt einstellt, wenn alle drei ihre Anziehung auf die Lösung ausüben, wird von den zufälligen Temperaturbedingungen, der Verdampfungsgeschwindigkeit und der Belastung abhängig sein. Es kann auch sein, daß in bezug auf den 2. und 3. Schritt die Reihenfolge eine andere als die angenommene ist. Das ist aber hier von geringer Bedeutung. Das erkennbare Hauptprinzip ist, daß potentielle Übersättigung in der am unbelasteten Kristall anhaftenden Schicht früher als in der am belastenden Kristall anhaftenden Schicht erreicht ist. Wenn keine Übersättigung eintritt, ist offensichtlich kein Wachstum des belasteten Kristalls möglich. Wachstum auf der Unterseite des belasteten Kristalls kann deshalb positiv, Null oder negativ sein und ist eher negativ und Null als positiv unter den Bedingungen, die Bruhns und Mecklenburg beschreiben. Verdampfungsgeschwindigkeit und Belastungsmenge beherrschen hier die Verhältnisse, vorausgesetzt immer, daß keine neuen Kerne sich bilden.

Zwei Beobachtungsreihen seien zur Stütze dieser Darstellung hier mitgeteilt. Tab. 4 enthält die Messungen an 2 Kristallen, von denen der eine belastet ist (74 g), der andere nicht, und die sich beide nach Art der Versuche von Bruhns und Mecklenburg in der gleichen Lösung befinden.

Die Ergebnisse bestätigen ihre Resultate vollkommen. Der unbelastete Kristall wächst auf der Oberseite, an den Seiten und auf dem Tragwulst, während der belastete Kristall in Richtung der Last kein Wachstum aufweist.

Die Ergebnisse von Tab. 5 mögen nun dazu dienen, zu zeigen, worin Bruhns und Mecklenburg zu weit in der Verallgemeinerung derartiger Beobachtungen gingen, wenn sie folgern, daß in der Richtung der Lastwirkung überhaupt kein Wachstum

Tabelle 4.

Bedingungen wie früher.

Zeit in Stunden	Kristall I (Last 74 g)		Kristall II (unbelastet)	
	Kristall-dicke	Dicken-zunahme	Kristall-dicke	Dicken-zunahme
0	4,6014	0 mm	3,9852	0 mm
20	4,6040	0,003	4,2588	0,274
43	4,6027	0,001	4,6636	0,678

stattfindet. Dieses Experiment (Tab. 5) zeigt zwei Kristalle, einen belasteten und unbelasteten in der gleichen gesättigten Lösung und unterscheidet sich im speziellen von dem vorhergehenden (Tab. 4) nur insofern, als die Last von 74 g auf 0,7 g erleichtert wurde. Von Bruhns' und Mecklenburg's Serie (Tab. 2) unterscheidet es sich durch die Verdampfungsgeschwindigkeit, die offenbar größer als ihre ist. Die Messungen lassen an Einfachheit und Bestimmtheit des Beweises, daß ein belasteter Kristall seine Last auch in einer gesättigten Lösung heben kann, wenn (wie das Bruhns und Mecklenburg unglücklicherweise versuchten) die Lösung gleichzeitig einen unbelasteten Kristall enthält, nichts zu wünschen übrig. Die mitgeteilte Diskussion zeigt aber deutlich, daß die Bedingungen für das Wachstum hier weniger günstig sind. Nichtsdestoweniger wird Wachstum auch hier eintreten, wenn die Verdampfungsgeschwindigkeit groß genug ist.

Tabelle 5.

Bedingungen wie früher.

Zeit in Stunden	Kristall I (Last 0,7 g)		Kristall II (unbelastet)	
	Kristall-dicke	Dicken-zunahme	Kristall-dicke	Dicken-zunahme
0	4,0307	0 mm	3,4617	0 mm
18	4,0357	0,005	3,5516	0,090
43	4,0492	0,019	3,9907	0,529

Es darf indessen nicht behauptet werden, daß der Tragwulst des unbelasteten Kristalls kein Gewicht trage. („Er muß ja vornehmlich den Kristall tragen", Bruhns und Mecklenburg p. 105)[1]. Er trägt in der Hauptsache nur weniger Gewicht als der ent-

[1] Siehe Fußnote p. 343, letzter Paragraph.

sprechende Teil des belasteten Kristalls. Die Bedingungen innerhalb der anhaftenden Flüssigkeitsschicht beider Kristalle unterscheiden sich nur graduell voneinander, und einer oder beide Kristalle können, je nach den durch die Verdampfung gelieferten Übersättigungsbedingungen, wachsen. Da der Prozeß der Verteilung der Kristallmoleküle von der Diffusion abhängt, hat eine kleine Differenz der Belastung nur eine kleine Konzentrationsverschiedenheit in der Distanzeinheit zur Folge und infolgedessen einen geringen Molekularstrom. Diffusion würde auch durch Zunahme der horizontalen Distanz zwischen einem schwerbelasteten und einem unbelasteten Kristall verzögert werden, aber wir haben diese evidente Tatsache nicht besonders experimentell untersucht.

Hätten Bruhns und Mecklenburg ihren unbelasteten Kristall unter eine übergreifende Last des Nachbars gebracht, so würde der Kristall allein gewachsen sein, bis er das Gewicht erreicht hätte, dann würden beide mit Geschwindigkeiten weiter wachsen, die annähernd ihren individuellen Beteiligungen an der Belastung umgekehrt proportional sind. Der Einfluß der Lastverteilung über drei Kristalle zeigt folgender einfacher Fall (Tab. 6).

Tabelle 6.

Zeit = 3 Tage. Temperatur ca. 20°. Last = 200 g.

	Dicke des Kristalls		Dickenzunahme
	Am Anfang	Zum Schluß	
Kristall 1	3,416 mm	3,527 mm	0,111 mm
Kristall 2	2,841	2,970	0,129
Kristall 3	3,033	3,108	0,075

Doch es ist nicht nötig, daß diese Messungen zur Stütze einer so wichtigen Schlußfolgerung allein dastehen sollten.

Bruhns und Mecklenburg konnten durch Auskristallisation von Chromalaun, mit Bechergläser belastete, Tonplatten um einen oder mehrere Millimeter emporheben. Die dazu notwendigen Bedingungen waren, daß die Tonplatten und die daraufruhenden Bechergläser im Kontakt mit einer zur Trockenheit verdampfenden gesättigten Lösung waren. Die maximale Erhebung stellt sich bei Zusatz frischer gesättigter Lösung und darauffolgender Verdampfung ein. Diese Beobachtungen sind nicht im einzelnen gemessen worden, sind aber in den folgenden Paragraphen (Bruhns und Mecklenburg, l. c. p. 107 und 108) genügend beschrieben:

(p. 107). „Größere oder geringere Belastung der Bechergläschen hatte keinen sichtbaren Einfluß auf die Kristallentwicklung.

Alle sechs Bechergläschen ruhten nun — das ist das Wesentliche — nicht mehr direkt auf den Tonscherben, sondern auf Chromalaunkristallen. Nach Losbrechen der Gläschen ließ sich einwandfrei feststellen, daß die Bechergläschen tragenden Kristalle mindestens 1 mm hoch, an manchen Stellen sogar noch etwas höher waren und daß die Bechergläschen die Tonscherben nirgends mehr berührten."

(p. 108). „Nachdem ein Stück der Kristallisierschale abgesprengt war, um Vertikalschnitte durch das Präparat zu erhalten, ließ sich auch hier mit Sicherheit erkennen, daß die Tonscherben den Boden der Schale nirgends mehr berührten, sondern von ihm durch eine Kristallschicht, deren Dicke zu 1 bis 2 gemessen werden konnte, getrennt waren. Bei der Auskristallisation des Chromalauns waren also Bechergläser und Tonscherben tatsächlich von ihrer Unterlage getrennt und emporgehoben worden."

Dieses Emporheben hat, wie sie versichern, nichts mit irgend einer „Kristallisationskraft" zu tun und hat seine Ursache in Kräften der „Kapillarität und Adsorption". Aber gerade wie diese Kräfte das Resultat bedingen, erklären sie nicht.

Sind zwei parallele Oberflächenebenen durch einen Flüssigkeitstropfen getrennt, der sie beide benetzt, so ist bekanntermaßen der Kapillaritätseffekt, sie zusammenzupressen, gegeben durch $\frac{2\,T\,.\,V}{d^2}$, wo T die Oberflächentension, V das Volumen des Tropfens und d die Distanz zwischen den Platten ist. Diese Kraft kann groß genug sein, um den Schmelzpunkt eines Eisblockes zu ändern oder zu ermöglichen, Lagen schweren Tafelglases gemeinsam zu brechen. Eine ebene Porzellanplatte (oder Scherbe), befeuchtet mit Alaunlösung und ruhend auf einer Glasplatte, würde einen nach unten wirksamen Druck ausüben, als ob das Glas belastet wäre.

Hat eine Lösung eine größere oder kleinere Oberflächentension als das Lösungsmittel, so tendiert das Gelöste dahin, die Oberfläche gegen die Lösung zu verlassen oder sie aufzusuchen, und in der Physik der Kolloide ist die Konzentration des Gelösten an einer Oberfläche durch Analogie als Adsorption bekannt. Wie E. Dorsey[1] und andere gezeigt haben, kommt wässerige Lösungen von Salzen, wie Chloriden und Carbonaten der Alkalien und Zinksulfat, eine größere Oberflächentension als Wasser zu, und nach Poynting und Thomson[2] übertrifft allgemein die Oberflächentension von Salzlösungen die von Wasser. Die Adsorption als eine mögliche hebende Kraft ist in diesem Falle negativ. Adsorptionserscheinungen in ihrer Beziehung zum Kristallwachstum sind experimentell ausführlich von Marc in einer Reihe von 4 Arbeiten:

---

[1] Phil. Mag. 44. p. 369. 1897.

[2] Properties of Matter. 181. 1902.

„Über Kristallisation aus wässerigen Lösungen“ (1908—1910)[1] und später „Über Adsorption und gesättigte Oberflächen“ (1913)[1] untersucht worden, ohne irgend etwas zutage zu fördern, das für die von Bruhns und Mecklenburg angenommene Hypothese sprechen würde.

Weder Kapillarität noch Adsorption üben einen aufwärts gerichteten Druck in den unter Diskussion stehenden Experimenten aus und die Adsorption verhindert die Ausübung des nach unten wirksamen großen Druckes, den die Oberflächentension des Wassers ausübt, nicht. Dennoch kristallisiert der Alaun und hebt dabei die Bechergläser.

In der Meinung der Beobachter ist es essentiell, daß zur Hebung der Tonplatten und Bechergläser die Verdampfung vollständig ist[2]. Fand die Erhebung dann statt, nachdem die Kristallisation beendigt und die Masse erstarrt war? Die Beobachter machen keine derartige Bemerkung, die in der Tat absurd erscheinen würde. Aber wenn die Hebung nicht nach der Erstarrung entstand, hat sie vor dem Eintrocknen stattfinden müssen, während die darunter liegende Schicht flüssig war und die Kristallisation fortschritt, trotz der Kapillaritätskraft und trotz der Belastung.

Liesegang scheint diesen Widerspruch in den Angaben von Bruhns und Mecklenburg bemerkt zu haben. Indem er ihren Schlußfolgerungen beistimmt, sucht er sie durch folgende Erklärung zu beheben[3] (bezugnehmend auf die Experimente von Bruhns und

---

[1] Die hauptsächlichsten Resultate sind in nachstehenden Zitaten zusammengefaßt. (Zeitschr. f. phys. Chemie):

„Es wurde gefunden, daß, soweit Bestimmungen möglich waren, die Kristallisationsgeschwindigkeit aller untersuchten Stoffe dem Quadrat der Übersättigung proportional verläuft“ (l. c. **67**. p. 500. 1909).

„. . daß der eigentlichen Kristallisation ein rasch verlaufender Vorgang vorausgeht, der als ein Adsorptionsvorgang angesehen wird. Diese Anschauung wird noch speziell dadurch unterstützt, daß gerade dieser primäre Vorgang von kleinen Verunreinigungen der Oberfläche der Kristalle sehr stark abhängig ist“ (l. c. **73**. p. 718). 1910).

„Eine Beziehung zwischen Konzentration und adsorbierter Menge ließ sich nicht auffinden“ (l. c. **73**. p. 686. 1910).

„In allen Fällen wird die Geschwindigkeit des Kristallisationsvorganges durch Zusatz solcher Stoffe, die vom Kristall adsorbiert werden, verlangsamt, eventuell praktisch gleich Null gemacht“ (l. c. **73**. p. 718. 1910).

„Es wurde gezeigt, daß an den kristallinischen Stoffen sich im wesentlichen Kolloide adsorbieren lassen, während Kristalloide sich im allgemeinen an denselben nur äußerst wenig adsorbieren lassen“ (l. c. **81**. p. 692. (1913).

[2] Bruhns und Mecklenburg, l. c. p. 105. „Es sei aber ausdrücklich betont, daß der Versuch nicht gelang, wenn wir nicht die Masse bis zum Grunde trocken werden ließen.“

[3] R. E. Liesegang, Kristallisationskraft. Naturw. Rundschau der Chem.-Ztg. Zweiter Jahrgang. 1913. p. 183.

Mecklenburg): „Nicht ein Wachstumsdruck der Kristalle, sondern Kapillar- und Adsorptionskräfte bewirkten hier aber die Hebung. Das heißt, die Leistung war schon vollbracht, ehe Kristalle auftraten“.

„Die Leistung war schon vollbracht, ehe Kristalle auftraten.“ Das ist von Bruhns und Mecklenburg nicht behauptet worden, noch läßt es sich durch irgend einen experimentellen Befund stützen.

Wir können keinen Grund für das Heben der Bechergläser infolge Kapillarität oder Adsorption einsehen. Sie könnten die Hebung nur verhindern und müssen durch eine die Kristallisation begleitende lineare Kraft, wie in unseren eigenen Experimenten, überholt werden.

Es ist indessen nicht angemessen, in physikalischen Dingen sich auf Überlegungen allein zu stützen, wenn Experimente ausführbar sind. Deshalb versuchten wir die Kräfte, welche Bruhns und Mecklenburg in Anspruch nehmen, durch Verdampfung einer kolloidalen Lösung (Gummi arabicum), in der ein den Alaunkristall ersetzender Glasblock zwischen zwei Glasplatten eingetaucht ist (Tab. 7), zu trennen. Verdampfung zur Trockenheit verursachte keine Erhebung der oberen Glasplatte, wie es der Fall sein sollte, wenn Kapillarität und Adsorption die Quellen der hebenden Energie wären.

Tabelle 7.

Glasblock den Alaunkristall in Fig. 1 ersetzend. Belastung (Glasplatte = 24 g). Glasblock und Last vollständig in 2 % Lösung von Gummi arabicum in Wasser getaucht. Zimmertemperatur.

Zeit (Stunden)	Sphärometerablesungen	Dickenzunahme	Bemerkungen
0	37,2609	0 mm	
3,1	37,2649	+ 0,004	
28,1	37.2654	+ 0.0045	
45,1	37,2621	+ 0,001	
50,2	37,2615	+ 0,001	Zur Trockenheit verdampft
Neu gefüllt mit 2 % Gummi arabicum-Lösung. Unverändert gleiche Bedingungen.			
58,8	37,2669	+ 0,006	
68,6	37,2670	+ 0,006	
76,1	37,2670	+ 0,006	
116,9	37,2653	+ 0,004	Zur Trockenheit verdampft

Eine gesättigte Alaunlösung zu dem Kolloid hinzugefügt (Tab. 8) erzeugt Kristalle, die sofort, wenn auch mit bedeutend geringer Geschwindigkeit als ohne Kolloid, wachsen.

Tabelle 8.

Gleiche Platten, gleicher Glasblock und gleiche Bedingungen, ausgenommen daß die 2 % Gummi arabicum-Lösung mit Kalialuminiumsulfatlösung gesättigt worden ist.

Zeit in Stunden	Sphärometer-ablesungen	Dicken-zunahme
0	37,2653	0 mm
4,2	37,2694	0,004
24	37,2721	0,007
29	37,2812	0,016
46	37,2816	0,017
71	37,2842	0,019
95	37,2857	0,020
148	37,2873	0,022
173	37,2916	0,026
214	37,3079	0,043
287	37,3178	0,052
366	37,3170	0,052
409	37,3185	0,053

Dies ist mit den Experimenten von Marc [1] in vollkommener Übereinstimmung. Neben einer Bestätigung der Resultate von Marc beweist dieses Experiment, daß die „lineare Kraft" hier ebenfalls, trotz des Einflusses des Kolloids auf Diffusionsverminderung (infolge zunehmender Viskosität und Bildung einer Adsorptionshaut auf der Kristalloberfläche) wirksam ist.

Die Bedingungen in den Erzlagerstätten scheinen sehr gut mit den Laboratoriumsbedingungen übereinzustimmen, da die Kristallisation von lokalen Erscheinungen linearen Druckes begleitet sein kann oder nicht, gemäß der Größe und Verteilung der widerstrebenden Kräfte. Sein Fehlen gibt sich oft in der Kammstruktur (comb structure) kund, die man in Spalten findet, deren beide Wände mit dichthaftenden Kristallen besetzt sind, welche ineinandergreifen und durch den ganzen Spalt hindurchwachsen oder sich in Nähe der Mitte berühren und gegenseitig weitere Entwicklung verhindern. Diese Kammstruktur ist häufig in Adern zu finden, doch ist sie lange nicht die einzige.

Es mag auch erwähnt werden, daß einseitige (lineare) Drucke eine untergeordnete Rolle in vielen komplexeren Phänomenen spielen.

Die Herren Bruhns und Mecklenburg scheinen den letzten Abschnitt unserer Arbeit mißverstanden zu haben, in dem wir die Aufmerksamkeit auf die Tatsache richteten, daß man die lineare

[1] Siehe Fußnote p. 368, Paragraph 3.

Kraft wachsender Kristalle nicht als etwas Mysteriöses, dem Wachstum der Pflanzen Vergleichbares ansehen darf. Es ist ein scharf definierter physikalischer Prozeß, der der experimentellen Untersuchung zugänglich ist. Er mag nicht ganz verstanden werden, aber er ist nicht mysteriös.

Die Schlußfolgerung dieser Autoren scheint zu sein, daß während des Wachstums Material nur an der Oberseite und den Seitenflächen des Kristalls sich anfügt, so daß ein einmal addiertes Molekül auf seinem ursprünglichen Niveau bleibt. Das war Kopp's Auffassung im Gegensatz zu der von Lavalle, dessen Schlußfolgerungen indessen von Lehmann und andern, so auch uns, bestätigt wurden.

Bleibt ein gegebenes Masseninkrement nach der Ablagerung während des Wachstums auf seinem ursprünglichen Niveau, so übt es keine lineare Kraft aus, während, wenn die Bewegung des Partikelchens eine vertikale Komponente hat, infolge der vertikalen Ausdehnung der Kristallseitenflächen eine lineare Kraft ausgeübt wird.

Sind anderseits mehrere Kristalle in der Lösung, von denen einer oder mehrere belastet sind, die andern aber nicht, so werden die belasteten Kristalle nur wachsen, wenn die Konzentration der Lösung im Kontakt mit ihnen die Sättigungskonzentration für jeden Kristall überschreitet. Druck erhöht bekanntermaßen die Löslichkeit der meisten Salze[1] (bezw. erhöht er den Sättigungspunkt). Unter diesen Bedingungen werden die unbelasteten Kristalle, oder genauer die weniger belasteten Kristalle, für gewöhnlich die einzigen sein, die eine hebende Kraft ausüben; aber auch in diesem Falle wird während des Wachstums das Gewicht eines jeden Kristalls gehoben.

So sind Bruhns' und Mecklenburg's Resultate mit belasteten Tonplatten leicht verständlich. Sie experimentierten mit Lösungen von vielen kleinen Kristallen, von denen einige belastet waren, andere nicht. Eine Hebung war nicht meßbar, bis die Flüssigkeit tief stund und ihre Oberfläche (und infolgedessen die Verdampfungsgeschwindigkeit) durch hervorschießende feste Masse stark zunahm, oder bis die Kristalle vom Boden des Gefäßes die Platten erreichten und hoben.

Wiederholung der Operation in Ausdehnung über wenige Tage erzeugte eine Gesamterhebung von 5,0 mm. Vergleicht man das mit unseren ursprünglichen Messungen, die im Verlauf dieser

[1] Wie wohl bekannt, erhöht Druck die Löslichkeit, wenn der Lösungsvorgang bei konstanter Temperatur von einer Verminderung des totalen Volumens und von Wärmeabgabe begleitet ist. Das ist der Fall für die meisten kristallinen Stoffe, einschließlich Alaun. Ist die Volumänderung eine Vergrößerung wie bei NH_4Cl, erniedrigt Druck die Löslichkeit.

Kontrolle zweimal bestätigt wurden, ergibt sich, in Rücksicht auf den schmalen Rand, auf welchen sie wirken, daß Drucke überwunden werden von derselben Größenordnung wie der Widerstand, den die Kristalle der Beanspruchung durch Druck entgegensetzen. Und man darf wohl nicht zweifeln, daß das eine Kraft ist, die sich sowohl in der Materialienkunde[1] wie in der Geologie[2] bemerkbar machen kann.

Zusammenfassung.

1905 zeigten wir durch geeignete Versuchsanordnung, daß ein einziger Kristall in seiner gesättigten Lösung im Verlauf des Wachsens (durch potentielle Übersättigung der Lösung infolge Verdampfung) ein darauf gelegtes Gewicht hebt. Diese Beobachtung ist in dieser Arbeit bestätigt worden.

1913 brachten Bruhns und Mecklenburg zwei Kristalle in eine ähnliche gesättigte Lösung, der eine Kristall war belastet und der andere frei. Sie beobachteten, daß die Last auf dem einen Kristall nicht gehoben wurde, obschon der freie Kristall rasch wuchs. Dieses Experiment führte sie dazu, zu bestreiten, daß es eine „Kristallisationskraft" gebe, die ein fremdes Gewicht heben könne, doch gaben sie zu, daß eine Kraft des unbelasteten Kristalls sein eigenes Gewicht hebe. Es scheint, daß sie übersahen, daß für die meisten Substanzen die Löslichkeit eines belasteten Kristalls größer als die des unbelasteten Kristalls ist, und daß es sich nur um einen graduellen Unterschied handelt, weil auch der unbelastete Kristall ein Gewicht trägt (nämlich sein eigenes).

Infolge dieser größeren Löslichkeit werden bei Anwesenheit eines belasteten und eines unbelasteten Kristalls in der gleichen Lösung die notwendigen Bedingungen der potentiellen Übersättigung in der dem unbelasteten Kristall anhaftenden Schicht eher als in der dem anderen Kristall benachbarten Schicht erreicht sein, und das Wachstum des unbelasteten Kristalls kann dauernd die Konzentration unter der für das Wachstum des belasteten Kristalls notwendigen halten. Das scheinen die Bedingungen zu sein, die in den Experimenten von Bruhns und Mecklenburg vorhanden waren. Ist hingegen die Wachstumsgeschwindigkeit des unbelasteten Kristalls ungenügend, um den durch die Verdampfung erzeugten Sättigungsüberschuß aufzunehmen, so kann auch die für das Wachs-

[1] Vergleiche die Untersuchungen von Dr. Hans Kühle, Die Ursachen des Treibens der Zemente. Tonindustrie-Ztg. **36.** 1912. p. 1331—4, und Klein und Phillips, Hydration of Portland Cement. Technologic Papers of the Bureau of Standards. No. 43. p. 50, 56, 57. 1914.

[2] Vergl. neuere Beobachtungen von Stephen Teber: Virginia Geol. Surv. Bull. No. VII. 222. 1913, ebenso: Rock salt. Its origin, geological occurrences and economic importance in the State of Louisiana. Bulletin No. 7, Geol. Surv. of Louisiana. p. 75. 1907.

tum des belasteten Kristalls notwendige potentielle Übersättigung erreicht oder gar überschritten werden, und der belastete Kristall wird auch wachsen und seine Last heben. Diese Bedingungen sind ohne Schwierigkeit in hier mitgeteilten Experimenten erreicht worden. Nimmt die Konzentration noch rascher zu und ist es den belasteten und unbelasteten Kristallen unmöglich, im Wachstumsverlauf den Sättigungsüberschuß aufzunehmen, so werden sich neue Keime bilden, um die sich der Überschuß absetzt. Das scheinen Bedingungen zu sein, wie sie in den letzten Versuchsreihen von Bruhns und Mecklenburg erreicht wurden, als Verdampfung zur Trockenheit stattfand.

Hier wurden sechs mit Gewichten belastete Tonplatten alle um einen Millimeter oder mehr in der gleichen Lösung gehoben; aber Bruhns und Mecklenburg schreiben dieses Resultat der Kapillarität und Adsorption zu und bestreiten, daß die „lineare Kraft wachsender Kristalle“ eine solche mechanische Verschiebung zur Folge haben könne.

Eine einfache Analysis genügt, zu zeigen, daß die Kapillarität in einer zur Trockne verdampften Lösung keinen anderen Effekt haben kann, als den Kristall auf seine Unterlage zu pressen mit einer Kraft $\frac{2TV}{d^2}$, wo T die Oberflächentension, V das Volumen des zwischen Kristall und Unterlage befindlichen Flüssigkeitstropfens, d die Distanz zwischen den beiden sind, und daß das von Bruhns und Mecklenburg beobachtete Heben trotz und nicht wegen dieser entgegengesetzten Kraft stattfand. Adsorption verzögert die Diffusion und verringert die Wachstumsgeschwindigkeit, aber fördert sie nicht. Diese Kräfte können daher nicht zur Erklärung der von Bruhns und Mecklenburg und von uns beobachteten Erscheinungen herbeigezogen werden.

Wir kehren daher zu unserer ursprünglichen Annahme zurück, daß das Wachstum der Kristalle in einer gesättigten Lösung eine lineare Kraft in Richtung der Belastung entwickle und daß weder die Größe der Last (bis zur Festigkeitsgrenze) noch ihr Charakter (ob nur Kristallsubstanz oder z. T. fremde Substanz) einen anderen Effekt hat, als die Löslichkeit zu erhöhen und damit auch die zur potentiellen Übersättigung und zum Wachstum nötige Konzentration. Dieser Grad der Übersättigung kann mit Leichtigkeit durch Verdampfung oder anderswie erreicht werden, und wenn er erreicht ist, werden die Gewichte gehoben. Mit dieser Annahme stehen die Beobachtungen von Bruhns und Mecklenburg und unsere eigenen in keinem Widerspruch, und alle experimentellen, bekannten Daten sind damit in vollkommener Übereinstimmung.

Geophysikalisches Laboratorium, Carnegie Institut Washington.
Washington D. C., 20. Februar 1916.

Bemerkungen über die Inzisionen der Suturlinie als Grundlage einer natürlichen Klassifikation der Ammoniten.

Von **C. Diener** (Wien).

Der unbefriedigende Zustand unserer Ammonitensystematik zeitigt immer wieder Versuche, diese Systematik in mehr oder minder radikaler Weise umzugestalten, indem der betreffende Autor ein bestimmtes Merkmal des Ammonitengehäuses, dessen Bedeutung ihm durch seine Studien zufällig vor Augen geführt worden ist, als Basis seiner Haupteinteilung in den Vordergrund stellt. Als solche Merkmale galten und gelten noch heute bald die äußere Gestalt und Skulptur (trachyostrak—leiostrak), bald die Beschaffenheit der Suturlinien, bald die Wohnkammerlänge, bald der Verlauf der Anwachsstreifen usw. Einer besonderen Beliebtheit erfreuen sich seit jeher jene Merkmale, die sich auf die Beschaffenheit der Suturlinie beziehen. Schon L. v. Buch hat bekanntlich seine drei Hauptgruppen: *Goniatites, Ceratites, Ammonites* auf Grund dieses Merkmals unterschieden. Seinen Spuren ist vor kurzem — allerdings auf dem Umwege über die ontogenetische Methode — R. Wedekind [1] gefolgt, indem er den Charakter der Inzisionen der Suturlinie zur Grundlage seiner Klassifikation der Ammoniten machte. Er gelangt zu der nachstehenden Einteilung der Ammoniten in drei Hauptgruppen:

I. **Palaeoammonoidea**: Loben nicht zerschlitzt.

II. **Mesoammonoidea** (mit den drei Untergruppen der Tropitacea, Ceratitacea und Mesophylloceracea): Loben unipolar zerschlitzt [2].

III. **Neoammonoidea** (mit den drei Untergruppen der Neophylloceracea, Psiloceracea und Harpoceracea): Loben bipolar zerschlitzt.

Ich glaube nicht, daß dem reformatorischen Versuch des Herrn Wedekind ein besseres Schicksal beschieden sein dürfte als seinen Vorgängern. Eine natürliche Klassifikation der Ammoniten unter ausschließlicher Berücksichtigung eines einzelnen Merkmals läßt sich meiner Überzeugung nach überhaupt nicht durchführen. Jedem diesbezüglichen Versuch kann man Frech's [3] treffenden Ausspruch

---

[1] R. Wedekind, Über Loben, Suturallobus und Inzision. Dies. Centralbl. 1916. p. 185—195.

[2] „Monopolar“ bei Wedekind. Der Terminus „unipolar“ erscheint mir im Gegensatz zu „bipolar“ als sprachlich richtiger, da er ebenso wie der letztere der lateinischen Sprache entlehnt ist. In analoger Weise stehen sich die Ausdrücke „makrodom“ und „brachydom“ bezw. „longidom“ und „brevidom“ gegenüber.

[3] F. Frech, Neue Cephalopoden aus den Buchensteiner etc. Schichten des südlichen Bakony. Paläontol. d. Umgebung d. Balatonsees. Budapest 1903. p. 8.

entgegenhalten, daß die stammesgeschichtliche Entwicklung und ihre Erforschung im einzelnen die alleinige Grundlage der Ammonitensystematik bleiben müssen, da in Anbetracht der Mannigfaltigkeit der Formen niemals einem einzigen Merkmal eine grundsätzlich maßgebende Bedeutung innewohnt.

Eine Systematik der Ammoniten, die dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse Rechnung tragen soll, muß zwei Bedingungen erfüllen. Sie muß die Hauptabteilungen in solcher Weise gegeneinander abgrenzen, daß keine der kleineren Gruppen (Familien, Genera) aus ihrem natürlichen Verband herausgerissen wird, und sie muß andererseits auch die Geschichte des Ammonitenstammes in diesen Hauptabteilungen zum Ausdruck bringen. Die Klassifikation WEDEKIND's wird keiner dieser beiden Forderungen gerecht. Zum Beweise für diese Behauptung mögen einige Beispiele herangezogen werden, ohne auf Einzelheiten allzuweit einzugehen.

In der ersten Hauptabteilung WEDEKIND's, den Palaeoammonoidea, finden wir unter neuem Namen einen guten alten Bekannten, die Goniatitidae der älteren Autoren. Ihr Umfang deckt sich fast genau mit jenem der beiden Familien Goniatitidae und Clymeniidae[1] in K. v. ZITTEL's „Handbuch der Paläontologie" aus dem Jahre 1884. Es erhebt sich sofort die Frage, ob auch *Neolobites* FISCH. und *Flickia* PERV. in dieser Abteilung ihren Platz finden. Nach WEDEKIND's Diagnose der Palaeoammonoidea ist diese Frage unbedingt zu bejahen, mindestens für *Flickia*, deren Suturlinie ja nicht die mindeste Andeutung einer Zerschlitzung besitzt. Es reichen somit die Palaeoammonoidea im Sinne der Diagnose WEDEKIND's von der Unterkante des Devons bis an die Trias-Liasgrenze (*Choristoceras*, *Rhabdoceras*) und erscheinen nach einer langen Intermittenz nochmals in der mittleren Kreide.

Die Mesoammonoidea umfassen alle Ammoniten mit unipolarer Zerschlitzung der Suturen, bei denen die Bildung von Einschnitten in den Loben beginnt und diese Einschnitte im Laufe der ontogenetischen Entwicklung „gleichsam vom Lobus aus zum Sattel emporklettern", so daß schließlich nur am Sattelkopf ein endständiges Blatt übrigbleibt. Wir haben es also hier mit jenem Typus der Suturzerschlitzung zu tun, für den G. v. ARTHABER[2] den Sammelnamen „partit" vorgeschlagen hat. Ammoniten, deren Suturen nach diesem Typus zerschlitzt sind, finden sich bereits

[1] Es ist beachtenswert, daß WEDEKIND für die Clymeniidae, die am besten in sich geschlossene und von allen anderen Ammoniten am schärfsten getrennte Gruppe, nicht einmal eine besondere Unterabteilung im Rahmen seiner Palaeoammonoidea errichtet hat. Zu einer solchen Verkennung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse führt die einseitige Bevorzugung eines einzelnen Merkmals wie die Zerschlitzung der Suturlinie.

[2] G. v. ARTHABER, Grundzüge einer Systematik der triadischen Ammoneen. Dies. Centralbl. 1912. p. 250.

im Untercarbon (*Pronorites* Mojs., *Prodromites* Smith et Well.), haben ihre stärkste Verbreitung in der Trias, erscheinen aber neuerlich in der obersten Kreide (*Indoceras* Noetl., *Libycoceras* Hyatt). Gerade die jüngsten Ammoniten des Maestrichtien weisen diesen Typus der Suturzerschlitzung in ausgezeichneter Weise auf. Die Suturen von *Indoceras* stehen mit ihren ganzrandigen, großen, gerundeten Sätteln und den gefingerten Loben genau auf derselben Entwicklungshöhe wie jene der Megaphylliten der Trias. Auch zu den Mesoammonoidea müssen demnach, wenn man die Diagnose Wedekind's akzeptiert, zwei zeitlich und ihrer Abstammung nach ganz verschiedene Ammonitengruppen gestellt werden.

Zu den Neoammonoidea rechnet Wedekind alle Ammoniten mit der von ihm als bipolar bezeichneten Suturzerschlitzung. Bei diesen sollen zunächst an zwei Polen — an der tiefsten Stelle des Lobus und am Scheitel des Sattels — Hauptkerben entstehen, die die Ausgangspunkte für weitere Inzisionen bilden. Erst an der Grenze von Trias und Lias soll der unipolare Typus der Suturzerschlitzung dem bipolaren Platz machen.

Die letztere Angabe wird durch eine Reihe von Tatsachen widerlegt. Der bipolare Typus der Suturzerschlitzung tritt uns bereits bei *Sicanites* Gemm. und *Medlicottia* Waag. mit voller Deutlichkeit entgegen. Bei *Sicanites* stellt sich sofort, nachdem der erste Laterallobus dikranidisch geworden ist, eine Kerbe in der Mitte des Externsattelkopfes ein. Bei *Medlicottia* rückt diese Kerbe später, wie Karpinsky gezeigt hat, an der Innenseite des Externsattels nach abwärts und an dem in oraler Richtung verlängerten Externsattel stellen sich weitere Kerben ein. Daß man diese Kerben als Adventivkerben zu bezeichnen pflegt, ist lediglich Sache des Sprachgebrauches. Tatsächlich ist die mediane Inzision im Scheitel des Externsattels von *Sicanites* gleichwertig jener im Scheitel von *Deroceras* oder *Stephanoceras*. Auch bei einer nicht unerheblichen Anzahl von Ammoniten mit bipolarer Suturzerschlitzung vertiefen sich die median angelegten Inzisionen des Externsattels so stark, daß sie den letzteren in der Suturlinie erwachsener Exemplare in zwei Äste zerspalten und mit dem gleichen Recht wie bei *Sicanites* als rudimentäre Adventivloben betrachtet werden können. Einige Autoren, wie Siemiradzki und Uhlig, haben sogar wirklich den Terminus „Adventivloben" für derartige Einschnitte in den Externsätteln von *Perisphinctes* und *Hoplites* in Anwendung gebracht. Ich billige einen solchen Vorgang keineswegs, bin vielmehr der Meinung, daß der Terminus „Adventivelemente" auf fertige, wohlausgebildete Loben und Sättel beschränkt bleiben sollte. Immerhin zeigt Uhlig's und Siemiradzki's Terminologie, daß diese beiden Forscher sich vollständig über die Tatsache im klaren waren, daß der Zerfall eines Externsattels in Adventivsättel durch derartige Inzisionen bei *Perisphinctes* und *Hoplites* ebensogut wie bei *Sicanites* eingeleitet wird.

Auch die Gleichwertigkeit des Sekundärlobus im Scheitel des Externsattels von *Anatibetites* und gewissen Tissotien wird wohl unbedingt zugegeben werden müssen[1]. Da im Scheitel der Tissotien alle anderen Inzisionen fehlen können, so hat man nur die Wahl, *Tissotia* trotz ihres kretazischen Alters zu den Mesoammonoidea oder zusammen mit dem triadischen *Tibetites* zu den Neoammonoidea zu stellen.

Meine soeben zur Veröffentlichung gelangten Studien über Ammoniten mit Adventivloben[2] haben mich zu Untersuchungen über die Entwicklung der Suturlinie bei einer größeren Zahl triadischer und kretazischer Ammonitengenera veranlaßt. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen entfernen sich in mancher Hinsicht sehr erheblich von jenen, zu denen Herr Wedekind gelangt zu sein scheint. Die Differenzen betreffen insbesondere das Kapitel „Inzision" in seiner oben zitierten Abhandlung (l. c. p. 192). „Der wesentliche Charakter der Inzisionen" — heißt es da — „beruht darin, daß sie als Einkerbungen in Loben und Sätteln auftreten, und zwar so, daß die der Symmetrieebene zunächst gelegenen Lobenelemente (E und I) zuerst allein durch Inzisionen zerschlitzt werden und erst darauf und regelmäßig nacheinander die nabelwärts folgenden Lobenelemente." Man braucht nur einen Blick auf die Lobenlinie von *Prodromites* Smith et Well. zu werfen, um sich von der Unrichtigkeit dieser (vom Verf. gesperrt gedruckten und demgemäß wohl für besonders wichtig erachteten) Behauptung zu überzeugen. Bei diesem carbonischen Genus steht einem ganzrandigen und sogar der Teilung durch einen Mediansattel entbehrenden Externlobus eine Anzahl ceratitisch zerschlitzter Lateralloben gegenüber. Die Einkerbungen gehen also hier ganz und gar nicht von dem der Symmetrieebene zunächst gelegenen Lobenelement, nämlich vom Externlobus, sondern von den Seitenloben aus, deren mehrere bereits von Inzisionen betroffen erscheinen, ehe sich noch die geringste Andeutung von solchen Inzisionen im Externlobus geltend macht. Die Zahl der Fälle, in denen nicht der Externlobus, sondern der mit dem primären Laterallobus zusammenfallende erste Laterallobus den Ausgangspunkt der Zerschlitzung bildet, ist meinen Erfahrungen nach nicht gering. Indessen mag *Prodromites* als eines der auffallendsten Beispiele hier genügen.

Ebensowenig vermag ich dem folgenden Satze Wedekind's beizustimmen: „Der Unterschied zwischen Lobus und Inzision besteht darin, daß die Loben primäre Rückbiegungen der Lobenlinie darstellen, die nach einem bestimmten Lobengesetze unabhängig von ihrer Lage zum Nabel entstehen, daß dagegen die Inzisionen

[1] Vergl. C. Diener, Paläontologie und Abstammungslehre. Sammlung Goeschen. Leipzig 1910. Textfig. 8. p. 111.

[2] Denkschriften kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Klasse. 93. 1916.

sekundäre Ausbiegungen in den Loben und Sätteln sind, die diese regelmäßig von der Symmetrieebene aus zerschlitzen."

Schon die verschiedenartige Entstehung der Adventivloben widerspricht dieser Behauptung. Die Adventivloben, die sich aus dem Zerfall des Externsattels oder des ersten Laterallobus herausbilden, sind nichts anderes als ursprüngliche Inzisionen, die durch allmählich zunehmende Vertiefung zu einer Individualisierung der von ihnen eingeschlossenen Zacken geführt haben. Diese Inzisionen beschränken sich nicht auf den Pol des Externsattels. Bei *Sphenodiscus* Meek und bei *Pinacoceras* Mojs. erscheinen sie im äußeren, bei *Placenticeras* Meek im inneren Flügel, jedoch nicht im Scheitel des Externsattels. Solger's [1] Darstellung der Suturlinie des *Hoplitoides ingens* Koen. zeigt einen gekerbten ersten Laterallobus, aus dessen Kerben sich später Adventivloben entwickeln, während die Sättel noch durchaus ganzrandig sind und auch der Externlobus keinerlei Inzisionen aufweist. Hier liegt also der Ausgangspunkt der Inzisionen recht weit ab von der Symmetrielinie des Gehäuses. Andererseits findet sich bei den Meekoceratidae der unteren Trias nicht selten eine Inzision ausschließlich in den Köpfen der aus dem Nahtlobus (Suturallobus Wedekind) entstandenen Sättel, während die Hauptsättel ganzrandig bleiben. Ich verweise diesbezüglich auf die Abbildungen der Suturlinien des *Aspidites Muthianus* (Pl. VI fig. 5 b), *A. crassus* (Pl. VII fig. 1 c) und der *Hedenstroemia Muthiana* (Pl. IX fig. 7 c) in der von A. v. Krafft und mir veröffentlichten Monographie der untertriadischen Cephalopoden von Spiti [2]. Ein besonders gutes Beispiel bietet die zuletzt genannte Spezies, bei der ein durch seine Dimensionen auffallender Sattel im Nahtlobus durch einen tiefen Einschnitt in zwei fingerförmige Äste zerlegt wird. Also auch hier eine von einem Sattel ausgehende polare Zerschlitzung, deren Auftreten gar keine Beziehungen zur Symmetrieebene erkennen läßt. Wieder anders liegen die Verhältnisse bei *Engonoceras Uddeni* Crag. [3]. Bei dieser Art zeigen der Externsattel und die dem Nabelrand benachbarten Sättel polare Inzisionen, aber nicht die lateralen Hauptsättel und auch nicht die Internsättel.

Endlich darf nicht übersehen werden, daß selbst der Unterschied zwischen Inzision und Lobus in vielen Fällen strenge genommen nur ein gradueller ist. Eine Inzision im primären Internsattel (bezw. Lateralsattel) erscheint, den winzigen Dimensionen der Suturlinie in den ersten Jugendstadien entsprechend, sofort als ein Lobus. Dieselbe Inzision, die in späteren Wachstumsstadien im Scheitel eines Sattels auftritt, hat zunächst nur den Charakter

[1] F. Solger, Über die Jugendentwicklung von *Sphenodiscus lenticularis* etc. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **55**. 1903. Textfig. 24.

[2] A. v. Krafft et C. Diener, Lower triassic Cephalopoda from Spiti etc. Palaeontol. Ind. Ser. XV. **6**. No. 1. 1900.

[3] A. Hyatt, Pseudoceratites of the cretaceous. Mongraphs. U. S. Geol. Surv. **44**. Washington 1903. Pl. XIX fig. 3, 6.

einer Kerbe und es bedarf ihrer weiteren Ausbildung in einer Reihe nachfolgender Suturlinien, ehe sie den Charakter eines Lobus annimmt. Das ist z. B. der Fall bei den Inzisionen im Externsattel von *Buddhaites Rama* Dien., *Placites perauctus* Mojs., *Pinacoceras aspidoides* Dien. Das Auftreten solcher Inzisionen ist so wenig als die Entstehung der Loben überhaupt an ein bestimmtes Gesetz gebunden[1].

Der bipolare Typus der Suturzerschlitzung im Sinne Wedekind's findet sich bei allen triadischen Ammoniten, die gespaltene (dimeroide oder polymeroide) Sättel aufweisen. Aus meinen ontogenetischen Untersuchungen triadischer Ammonitensuturen habe ich die — allerdings schon von vorneherein zu erwartende — Regel kennen gelernt, daß jene Inzisionen der Loben und Sattel, die in der Suturlinie des Reifestadiums am stärksten hervortreten, sich in der Suturlinie jugendlicher Individuen zuerst einstellen, mit anderen Worten, daß zwischen dem zeitlichen Auftreten einer Inzision und deren Dimensionen in der Suturlinie des erwachsenen Individuums eine bestimmte Beziehung besteht. Aus Branca's[2] Darstellung der Suturentwicklung des *Lytoceras Germaini* Orb. erkennen wir die frühzeitige Entstehung der dimeroiden Spaltung in den beiden Hauptsätteln. Die gleiche Entwicklung der Suturlinie läßt sich bei *Joannites Johannis Austriae* Klipst. verfolgen. Auch hier stellt sich die Teilung der dimeroiden Hauptsättel durch eine mediane Inzision sehr bald nach dem Auftreten der ersten Inzisionen in den Hauptloben ein. Die Suturen von *Joannites* sind also gleich jenen von *Lytoceras* nach dem Typus der bipolaren Zerschlitzung angelegt. Dagegen sind die Suturen der nächstverwandten Gattung *Arcestes* Suess unipolar zerschlitzt. Wedekind's Klassifikation zwingt uns somit, diese beiden Gattungen aus ihrem natürlichen Zusammenhang zu reißen und die eine zu seinen Neoammonoidea, die andere zu den Mesoammonoidea zu stellen.

Bipolar zerschlitzt sind ferner die Suturlinien von *Cladiscites, Didymites, Hauerites* und *Cyrtopleurites*. Sehr verschieden verhalten sich in dieser Hinsicht die Angehörigen des Genus *Sirenites* Mojs.

---

[1] Bei der Formulierung bestimmter Gesetze der Lobenentwicklung sollte man meines Erachtens sehr vorsichtig sein, insbesondere solange die Zahl der nach dieser Richtung hin untersuchten Ammoniten eine so außerordentlich geringe ist. Die Mannigfaltigkeit der Lobenentwicklung ist in Wahrheit viel größer, als man nach den für dieselbe bisher aufgestellten Regeln oder Gesetzen annehmen möchte. Neue Suturelemente können aus allen Abschnitten der Primärsutur, mit Ausnahme des Internlobus, und aus einer weiteren Spaltung neu gebildeter Suturstücke hervorgehen. Sättel bilden sich aus dem Externlobus (Mediansattel), primären Laterallobus (Adventivelemente bei *Coilopoceras, Hoplitoides*), Nahtlobus, Loben aus dem Mediansattel (*Ussuria, Procarnites*), Externsattel und aus allen Sätteln, die aus dem Zerfall des primären Internsattels hervorgehen.

[2] W. Branca, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der fossilen Cephalopoden. Palaeontographica. 26. 1879. Taf. VIII Fig. VI.

S. Aello Mojs. hat ganzrandige Sättel und schwach gekerbte Loben. Bei *S. striatofalcatus* Hau. sind die Loben mit großen Zähnen besetzt, die Sättel brachyphyll gekerbt. Die Suturlinien dieser beiden Arten entsprechen also durchaus dem Typus der unipolaren Zerschlitzung. Dagegen ist bei *S. Evae* Mojs., *S. Stachei* Mojs., *S. Richteri* Mojs., *S. elegans* Mojs. und einigen anderen Formen der Externsattel so tief gespalten, daß er ohne Zweifel schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium der Ausgangspunkt einer Inzision gewesen sein muß[1]. Wedekind's Klassifikation würde uns daher zu einer unnatürlichen Zerreißung des Genus *Sirenites* und zu dessen Verteilung auf zwei verschiedene Hauptabteilungen der Ammoniten nötigen.

Wedekind's Klassifikationsversuch läuft, wenn man ihn seiner Verbrämung durch die ontogenetische Untersuchungsmethode entkleidet, im wesentlichen auf eine Unterscheidung zwischen Suturlinien mit ganzrandigen Elementen, mit zerschlitzten Loben und einfachen Sätteln, endlich mit zerschlitzten Loben und geteilten Sätteln hinaus. Bei den Mesoammonoidea, die aber auch die jüngsten Kreideammoniten umfassen, sind die Sättel einheitlich, bei den Neoammonoidea hingegen dimeroid oder polymeroid angelegt. Man wird wohl kaum die Bedeutung der Sattelteilung als eine alle anderen Merkmale überragende ansehen und auf sie allein hin systematische Einheiten ersten Ranges begründen dürfen.

Noch ein weiterer Einwand stellt sich der Systematik Wedekind's entgegen. Die Aufstellung von zwei Typen, des unipolaren und des bipolaren, wird der Mannigfaltigkeit der Suturzerschlitzung bei den Ammoniten in keiner Weise gerecht. Wedekind kennt nur eine Art der unipolaren Suturzerschlitzung, nämlich jene, die von einem Hauptlobus ausgeht. Es kann aber auch der Scheitel des Externsattels den Ausgangspunkt einer unipolaren Zerschlitzung bilden, während alle Loben ganzrandig bleiben. Ein guter Repräsentant dieses Typus ist *Neolobites Fourtaui* Perv.[2] mit durchaus ganzrandigen Loben, aber einer Inzision im Scheitel des breit angelegten Externsattels. Bei devonischen Goniatiten führen solche Inzisionen in der Regel zu der Ausbildung rudimentärer oder echter Adventivloben.

Ungleich wichtiger ist ein Typus, den man überhaupt nicht mehr als polar bezeichnen kann. Die primäre Inzision entsteht nämlich keineswegs immer im Scheitel eines Sattels, sondern gelegentlich an dessen Flanken. Ein Beispiel liefert die Entwicklung der Suturlinie bei *Oxynoticeras oxynotus* Quenst. nach der Darstellung von Knapp[3]. Hier tritt die erste Inzision nicht am Scheitel, sondern an der Flanke des Externsattels, hoch über dem

---

[1] Literaturnachweise in meiner Abhandlung: „Über Ammoniten mit Adventivloben".

[2] L. Pervinquière, Études de la Paléontol. Tunisienne. I. Céphal. 1907. p. 210. Textfig. 78, 79.

[3] A. Knapp: Über die Entwicklung von *Oxynoticeras oxynotus* Geol. u. Paläont. Abh. XII. 1908, insbes. Taf. III.

Externlobus, auf. Es ist dieselbe Kerbe, die im altersreifen Zustand des Individuums sich am tiefsten in den Sattelkörper einschneidet. Die Inzisionen stellen sich bei *Oxynoticeras* in den Hauptloben und im Externsattel nicht nacheinander, sondern gleichzeitig ein.

Bei *Pompeckjites Layeri* Hau. sind die Adventivsättel bereits in einem Wachstumstadium durch polare Inzision dimeroid geteilt, in dem von einer Kerbung in den Hauptloben noch kaum Andeutungen vorhanden sind. Dann aber treten diese Kerben weder im Lobengrund noch an den Spitzen, sondern entlang der Flankenmitte der pyramidenförmigen Lateralsättel auf.

Eine auch nur teilweise Annahme der von Wedekind vorgeschlagenen neuen Systematik muß auf berechtigten Widerstand stoßen. Schon die primäre Sonderung in Ammoniten mit ungeteilten, bipolar und unipolar zerschlitzten Lobenelementen fordert zu Einwänden heraus, da sie der Mannigfaltigkeit der Suturzerschlitzung nicht gerecht wird und deren Typenzahl keineswegs erschöpft. Sie bringt aber auch die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Ammoniten nicht in zutreffender Weise zum Ausdruck, da sie einerseits einheitliche Gruppen *(Sirenites)* zerreißt oder aus ihrem Zusammenhang *(Joannites-Arcestes)* löst, andererseits zur Vereinigung geologisch junger Formengruppen *(Flickia, Neolobites, Indoceras, Libycoceras)* mit geologisch viel älteren nötigt, deren direkte phylogenetische Verbindung schon mit Rücksicht auf die lange zeitliche Intermittenz überaus unwahrscheinlich ist.

Die Zahl der Gervilleia-Bänke im Mittleren Buntsandsteine.

Von **Ewald Wüst** in Kiel.

Den schon bei den Auseinandersetzungen über die Bildungsweise des Mittleren Buntsandsteines viel besprochenen *Gervilleia*-Bänken wird neuerdings immer mehr Bedeutung für die Gliederung des genannten Formationsgliedes beigemessen. So trägt Blanckenhorn in seinem soeben erschienenen sehr bemerkenswerten Vortrage über „Organische Reste im Mittleren Buntsandstein Hessens“ [1] „kein Bedenken, die beiden Lagen mit den Gervillien als wirkliche durchgehende Horizonte ganz wie bei andern geologischen Formationen anzusehen“ (p. 29). Wie aus diesen Worten hervorgeht, kennt Blanckenhorn nur zwei verschiedene *Gervilleia*-Horizonte, wie sie von mir [2] für das östliche Harzvorland, von

[1] Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. No. 2, 9. Febr. 1916. p. 21—43.

[2] Die Fossilienführung des Mittleren Buntsandsteines der Mansfelder Mulde. Zeitschr. f. Naturw. No. 79. 1907. p. 109—126. Vergl. auch: Die erdgeschichtliche Entwicklung und der geologische Bau des Östlichen Harzvorlandes. Halle a. S. 1908. p. 52.

Grupe[1] für den Solling und von Blanckenhorn[2] für das Knüllgebirge angegeben worden sind. Es gibt aber, wenigstens im östlichen Harzvorlande, sicher drei solcher *Gervilleia*-Horizonte. Das lehrt ein Vergleich zwischen meiner Gliederung des Mittleren Buntsandsteines des östlichen Harzvorlandes und dem 1909 in den Erläuterungen zu Blatt Halle a. S. (Süd) der Geol. Karte von Preußen usw., p. 14—17, mitgeteilten, von E. Picard bearbeiteten Profile der Bohrung Bennstedt III, östlich von Bennstedt, wie es durch die folgende Tabelle erleichtert wird, in der Picard's Bohrregister unter Beibehaltung aller Angaben über Fossilien in eine für die Vergleichung mit meiner Gliederung geeignete abgekürzte Form gebracht ist.

Man erkennt ohne weiteres, daß sich die in der Bohrung Bennstedt III getroffenen Schichtenkomplexe nach dem Vorherrschen der Sandsteine oder der Letten, nach den Mächtigkeiten und z. T. auch nach der Fossilienführung zwanglos meiner Gliederung einfügen lassen. Auffallend erscheint nur, daß bei der Bearbeitung der Bohrung nichts von den in allen mir bekannten Tagesaufschlüssen des östlichen Harzvorlandes reichlich vorhandenen Fossilien meiner Oberen Zwischenschichten bemerkt worden ist, doch sind diese Oberen Zwischenschichten in dem vorwiegend aus Letten aufgebauten Schichtenkomplexe zwischen 552 und 506 m Teufe mit Sicherheit zu erkennen. Der einzige Horizont, in dem *Gervilleia* bemerkt worden ist, liegt unverkennbar innerhalb meiner Unteren Sandsteine, 48 oder 49 m über der Obergrenze meiner Unteren Muschelbänke und mindestens 78 m unter der Untergrenze meiner Oberen Muschelbänke. Es liegt danach ohne jeden Zweifel ein dritter *Gervilleia*-Horizont vor. Da ich kurz nach dem Erscheinen der Erläuterungen zu Blatt Halle a. S. (Süd) den Buntsandsteingebieten des östlichen Harzvorlandes entrückt wurde, habe ich keine Gelegenheit gefunden, die Tagesaufschlüsse nochmals zu begehen, um nach diesem dritten — mittleren — *Gervilleia*-Horizonte zu suchen. Nach meinen älteren Exkursions-Notizen scheine ich ihn mehrfach, doch niemals in klaren, zusammenhängenden Profilen, beobachtet zu haben, so vor allem bei Elben im Bereiche des Meßtischblattes Wettin. Schlechte, unzusammenhängende Aufschlüsse ließen mich 1907 im Fleischbachtale am unteren Ende von Bösenburg die Fischbänke, zwischen Bösenburg und Elben (zwischen „km“ und „118,7“ des Meßtischblattes) die Oberen Muschelbänke und am oberen Ende von Elben nochmals Muschelbänke erkennen. Ein Blick auf Blatt Wettin der Geol. Karte von Preußen usw. lehrt, daß die Elbener Muschelbänke nach ihrer Lage zur Grenze zwischen Mittlerem und Unterem Buntsandstein

[1] Zur Stratigraphie der Trias im Gebiete des oberen Wesertales. 4. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Vereins. 1911. p. 1—102. Vergl. auch: Zur Gliederung des deutschen Buntsandsteins. Jahrb. d. Kgl. Preuß. geol. Landesanst. f. 1912. **33**. Teil 1. Heft 3. p. 397—421.

[2] a. a. O.

Wüst's Gliederung des Mittleren Buntsandsteines des östlichen Harzvorlandes.	**Picard's Bohrregister für den Mittleren Buntsandstein der Bohrung Bennstedt III.**
V. Obere Sandsteine, etwa 80 m, dickbankige Sandsteine vorherrschend, örtlich Kieselsäurekonkretionen.	411—506 m, 95 m, Sandstein vorherrschend. Darin: 416—416,5 m „Weißer Sandstein mit grünen Tongallen, Fischreste". 424—428 m „Grüner Sandstein mit groben (bis 6 mm) Geröllen, Fischresten". 461—465 m „Graue Letten mit Pflanzenresten".
IV. Obere Zwischenschichten, etwa 45 m, Schieferletten mit untergeordneten dünnen Sandsteinbänken vorherrschend. Darin: ε. Obere Estherienbänke. δ. Fischbänke. γ. Obere Muschelbänke, wie α ausgebildet.	506—552 m, 46 m, Letten vorherrschend.
III. Mittlere Sandsteine, etwa 110 m, dickbankige Sandsteine vorherrschend.	552—653 m, 101 m, Sandstein vorherrschend. Darin: 630 m, also 23 m über der Basis: „eingelagerte Letten mit *Gervilleia*".
II. Untere Zwischenschichten, etwa 25 m, Schieferletten vorherrschend. Diese Schichten bilden die β. Unteren Estherienbänke mit *Pleuromeia Sternbergi* Münst. sp. und Estherien.	653—679 m, 26 m, „Letten, sandstreifig". Darin: 659—667 m Estherien.
I. Untere Sandsteine, etwa 15 m, dickbankige Sandsteine vorherrschend. Darin: α. Untere Muschelbänke, meist dünnplattige Sandsteine und Schieferletten mit *Aucella Geinitzii* v. Fr., *Gervilleia Murchisonii* Gein. und Estherien.	679—699 m, 20 m, Sandsteine vorherrschend. Darin: 694—696 m „Bunte Letten, sandstreifig, *Estheria*".

keinesfalls die Unteren Muschelbänke sein können. Danach kann es sich nur entweder um eine Wiederholung der Oberen Muschelbänke infolge von — bei den obwaltenden Aufschlußverhältnissen leicht der Beachtung entgehenden — Lagerungsstörungen oder um einen dritten Muschelhorizont, der mit demjenigen der Bohrung Bennstedt III identisch sein kann, handeln.

Die in der Bohrung Bennstedt III in den Oberen Sandsteinen gefundenen Pflanzen- und Fischreste vervollständigen die von Blanckenhorn (bes. p. 27—28) betonte weitgehende Übereinstimmung des Mittleren Buntsandsteines des östlichen Harzvorlandes und des Knüllgebirges in Gliederung und Fossilienführung.

Beiläufig sei darauf hingewiesen, daß das ebenfalls in den Erläuterungen zu Blatt Halle a. S. (Süd), p. 18—21, mitgeteilte Profil der Bohrung Bennstedt IV, östlich von Bennstedt, ebenfalls einen neuen fossilführenden Horizont erkennen läßt: in 620—622 m Teufe, unverkennbar innerhalb meiner Mittleren Sandsteine, 76 bis 78 m über der Basis des Mittleren Buntsandsteines, wurden nach Picard's Bohrregister getroffen: „Bunte Letten, sandstreifig, Trockenrisse, *Estheria*“.

Meine Meinung über die Bildungsweise der *Gervilleia*-Bänke und des Mittleren Buntsandsteines überhaupt zu verändern, sehe ich mich durch die neueren Befunde nicht veranlaßt. Es hat mich zwar überrascht, daß die beiden zunächst allein bekannt gewordenen *Gervilleia*-Horizonte, deren Auskeilen ich seinerzeit im östlichen Harzvorlande vergeblich nachzuweisen versuchte, in so entfernten Gebieten wie im Solling und im Knüllgebirge in so ähnlicher Stellung im Gesamtprofile des Mittleren Buntsandsteines nachgewiesen worden sind. Aber aus diesem Nachweise auf eine genaue Gleichalterigkeit der beiden erwähnten *Gervilleia*-Bänke in den genannten 3 Gebieten zu schließen, scheint mir nicht ohne weiteres zulässig zu sein, denn es kann sich in diesen beiden Bänken sehr wohl um Absätze zweier verschiedenalteriger Wüstenseen handeln, die lange Zeit hindurch wanderten, ganz wie das Johannes Walther [1] seinerzeit sehr einleuchtend auseinandergesetzt hat. Es ist nun zweifellos interessant, zu untersuchen, ob auch der dritte — mittlere — *Gervilleia*-Horizont eine ebenso weite Verbreitung besitzt wie die beiden anderen [2], oder ob wir wenigstens in ihm eine örtlich ganz beschränkte Erscheinung zu erblicken haben.

---

[1] Über die Fauna eines Binnensees in der Buntsandsteinwüste. Dies. Centralbl. 1904. p. 5—12.

[2] Grupe spricht in seiner oben zitierten Arbeit von 1911 auf p. 24 von „zwei, bezw. drei verschiedenalterigen Horizonten“ mit *Gervilleia Murchisoni* Gein. gibt aber nur von zwei solchen Horizonten die Stellung in der Schichtenfolge an.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die wahrscheinlichsten Atombewegungen im Wismut während einer Schiebung.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit 4 Textfiguren.

Einleitung.

Seitdem festgestellt worden ist, welche Atombewegungen während der Kalkspat-Schiebung so einfach wie möglich und daher die wahrscheinlichsten sind[1], haben W. H. Bragg[2] und W. L. Bragg[2] die atomistische Kristallstruktur des Wismuts bekannt gemacht. Daher soll in ähnlicher Weise wie Kalkspat nunmehr Wismut untersucht werden. Dieser Untersuchung gehen zweckmäßigerweise zwei Kapitel voraus: in dem einen wird der Begriff der „Strukturschiebung“ entwickelt, der die Ermittelung der möglichst einfachen Atombewegungen sehr erleichtert; in dem andern erfährt die von Bragg's zwar eindeutig, aber nur in einem kurzen Satz gekennzeichnete Wismutstruktur eine ausführlichere und quantitative Darstellung.

I. Strukturschiebung.

Durchläuft jeder Punkt eines Punktgitters eine gerade, seinem Normalabstand von einer und derselben Ebene proportionale Strecke derart, daß das Gitter in sich übergeht, so vollzieht sich „Gitterschiebung“.

Streut man in den kleinen, unsymmetrischen Fundamentalbereich φ irgend einer Raumgruppe in beliebiger Weise beliebig viele Punkte und führt dann mit φ alle Operationen der Raumgruppe aus, so entsteht ein unendliches „Punktsystem“; dieses besteht aus Punktgittern, die sämtlich einander kongruent und parallel sind. Jede Kristallstruktur geht in ein solches Punktsystem über, wenn ihre Atome oder Atomgruppen durch deren Schwerpunkte ersetzt werden.

Durchläuft jeder Punkt eines Punktsystems eine gerade, seinem Normalabstand von einer und derselben Ebene proportionale Strecke derart, daß das Punktsystem in sich übergeht, so vollzieht sich „Strukturschiebung“.

[1] A. Johnsen, Physikal. Zeitschr. **15**. p. 715. 1914.

[2] W. H. Bragg and W. L. Bragg, X-rays and crystal structure. p 228. London 1915.

Nachdem kürzlich die Bedingungen der Gitterschiebung in neun Gleichungen festgelegt worden sind[1], sollen hier diejenigen der Strukturschiebung angegeben werden.

Soll ein Punktsystem eine Strukturschiebung erfahren, so muß es zwei Bedingungen erfüllen.

Erste Bedingung. Jedes der das Punktsystem bildenden Punktgitter muß eine Gitterschiebung erfahren; das ist dann der Fall, wenn irgend eines und daher jedes dieser Punktgitter den neun Gleichungen der Gitterschiebung gehorcht.

Zweite Bedingung. Die gegenseitige Lage der das Punktsystem bildenden Punktgitter muß in sich übergehen. Sie ist offenbar durch die gegenseitige Lage derjenigen Punkte gekennzeichnet, welche von irgendeinem primitiven Parallelepiped irgend eines jener Punktgitter absorbiert werden.

Nun wird aber ein beliebiges Gitterparallelepiped, während sein Gitter in sich übergeht, im allgemeinen nicht in sich deformiert; daher braucht auch die von ihm absorbierte Gruppe von Punkten nicht in sich überzugehen. Jedoch lassen sich Gitterparallelepipeda angeben, die in sich übergeführt werden; daher muß die Gruppe der in und auf einem solchen Parallelepiped liegenden Punkte eine Deformation in sich erfahren. Indem wir also ein derartiges Gitterparallelepiped ausfindig machen und dann die Bedingungen aufdecken, unter denen die von ihm umfaßte Gruppe von Systempunkten in sich übergeht, erhalten wir die zweite der beiden für Strukturschiebung geltenden Bedingungen.

Ist die Schiebung von der ersten Art, so konstruieren wir mit irgendeinem parallel der Gleitfläche K_1 liegenden Paar konjugierter Parameter k_1 und k_1', sowie mit dem parallel der Grundzone σ_2 liegenden Parameter s_2 ein Parallelepiped $\{k_1, k_1', s_2\}$ (Fig. a und b). Ist die Schiebung von der zweiten Art, so konstruieren wir mit irgendeinem parallel der zweiten Kreisschnittsebene K_2 liegenden Paar konjugierter Parameter k_2 und k_2', sowie mit dem parallel der Gleitrichtung σ_1 liegenden Parameter s_1 ein Parallelepiped $\{k_2, k_2', s_1\}$ (Fig. a und b). Jedes dieser beiden Parallelepipeda $\{k, k, s\}$ wird offenbar in sich deformiert und ist im übrigen entweder primitiv oder einfach zentriert. Wir betrachten $\{k, k, s\}$ als Gitterparallelepiped von irgendeinem der das Punktsystem bildenden Punktgitter; $\{k, k, s\}$ umfaßt dann eine Gruppe von Punkten der übrigen Punktgitter, und diese Gruppe muß daher in sich übergehen. Die hierzu erforderlichen Punktlagen der Gruppe beziehen wir auf die Richtungen von k_1, k_1', s_2 bezw. von k_2, k_2', s_1 als Koordinatenachsen X, Y, Z. Hat nun ein Punkt P der Gruppe die Koordinaten x, y, z, so muß ein Punkt P' mit den Koordinaten x', y', z' existieren, wo x', y', z'

---

[1] A. Johnsen, dies. Centralbl. 1916. p. 121—122.

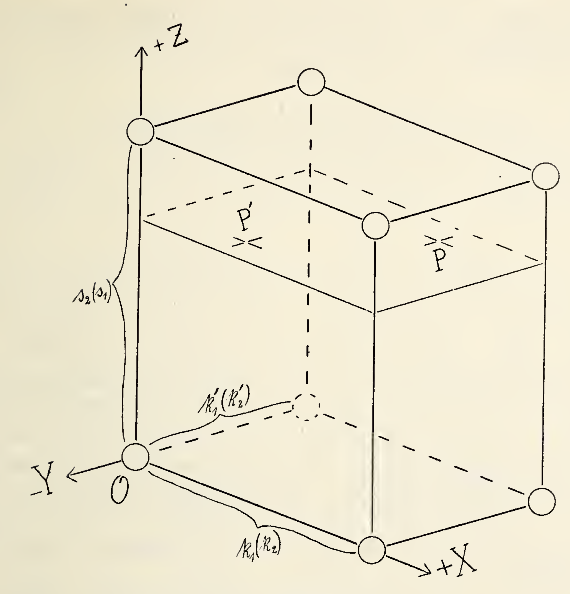


Fig. a.

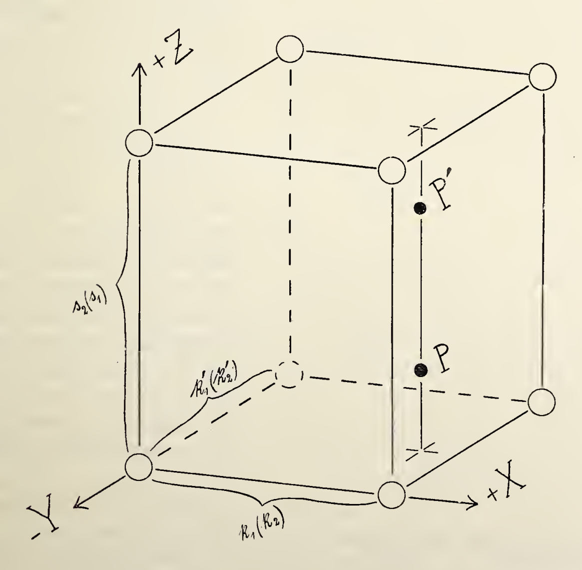


Fig. b.

in folgender Weise von x, y, z, k_1, k_1', s_2 bezw. von x, y, z, k_2, k_2', s_1 abhängen.

1. Schiebung erster Art.

Punkte P und P' in oder auf dem Parallelepiped $\{k_1, k_1', s_2\}$.

Entweder (1 a) $x' = k_1 - x,\ y' = k_1' - y,\ z' = z$ (Fig. a)

oder (1 b) $x' = x,\ y' = y,\ z' = s_2 - z$ (Fig. b).

2. Schiebung zweiter Art.

Punkte P und P' in oder auf dem Parallelepiped $\{k_2, k_2', s_1\}$.

Entweder (2 a) $x' = k_2 - x,\ y' = k_2' - y,\ z' = z$ (Fig. a)

oder (2 b) $x' = x,\ y' = y,\ z' = s_1 - z$ (Fig. b).

Das Parallelepiped $\{k_1, k_1', s_2\}$ wird durch Hemitropie um eine Normale von K_1 nur im Falle (1 a) in sich übergeführt, durch Spiegelung an K_1 nur im Falle (1 b); das Parallelepiped $\{k_2, k_2', s_1\}$ wird durch Hemitropie um s_1 nur im Falle (2 a) in sich deformiert, durch Spiegelung an einer Normalebene von s_1 nur im Falle (2 b). Durch andere Symmetrieoperationen aber als jene Hemitropien und Spiegelungen läßt sich eine Schiebung bekanntlich niemals ersetzen.

Aus (1 a) bis (2 b) folgt: Ist für eine Schiebung erster Art (1 a) erfüllt, so ist für die reziproke Schiebung (2 a) befriedigt, und umgekehrt; ist für eine Schiebung erster Art (1 b) erfüllt, so ist für die reziproke Schiebung (2 b) befriedigt, und umgekehrt. Daraus ergibt sich ganz allgemein:

Ist in einem Punktsystem irgendeine Strukturschiebung möglich, so ist auch die reziproke möglich.

Ist eine Strukturschiebung sowohl von der ersten als auch von der zweiten Art, so gehorcht das Punktsystem mindestens einem der vier Gleichungstripel (1 a) bis (2 b).

Wir wenden nunmehr den Begriff der Strukturschiebung auf eine gegebene Schiebung einer gegebenen Kristallart, d. h. auf eine gegebene „Kristallschiebung“ an, indem wir fragen: Welche Atome oder Atomgruppen vermögen sich während der Kristallschiebung so zu bewegen, daß das Punktsystem ihrer Schwerpunkte eine Strukturschiebung ausführt? Hierbei müssen in dem Punktsystem erstens alle Punkte eines und desselben Gitters die Schwerpunkte kongruenter oder spiegelbildlich gleicher Atome bezw. Atomgruppen bilden und zweitens die Punkte P und P' zweier Gitter ebenfalls die Schwerpunkte kongruenter oder spiegelbildlich gleicher Atome bezw. Atomgruppen sein.

Die obige Untersuchung gibt Anlaß zu folgender Hypothese: Die Struktur jeder schiebungsfähigen Kristallart ist aus Atomen oder Atomgruppen so aufgebaut, daß deren Schwerpunkte während der Kristallschiebung eine Strukturschiebung ausführen. Hiermit ist

die Kristallschiebung in zwei Vorgänge zerlegt: Strukturschiebung eines Schwerpunktsystems und Deformation von Atomen oder Atomgruppen derart, daß der Effekt der Kristallschiebung zustande kommt.

II. Die Struktur der Wismutkristalle.

Bragg's[1] beschreiben die Struktur von Wismut und von Antimon lediglich mit folgenden Worten: „Bismuth and antimony have been found to be exactly like the diamond in construction, except that the whole structure is distorted along a trigonal axis."

Das Raumgitter ist also rhomboedrisch mit $\{\bar{1}11\}$ als primitivem Rhomboeder, und zwar bilden die Atomschwerpunkte zwei derartige Gitter, die annähernd um den Betrag c längs der dreizähligen Achse gegeneinander verschoben sind, wenn der Abstand der beiden Polecken des primitiven Rhomboeders $\{\bar{1}11\}$ mit 4 c bezeichnet wird. Inmitten der Verbindungsstrecken je zweier längs [111] benachbarter Atome liegen die Inversionszentren, in denen drei Scharen zweizähliger Drehungsachsen, eine Schar dreizähliger Drehungsachsen und drei Scharen von Spiegelungsebenen einander schneiden. Die Atome werden nur von den dreizähligen Drehungsachsen und den Spiegelungsebenen durchsetzt, so daß jedes Atom als „Minimalsymmetrie" die Symmetrie des Turmalins besitzt. Die Raumgruppe enthält keine zusätzlichen Translations-

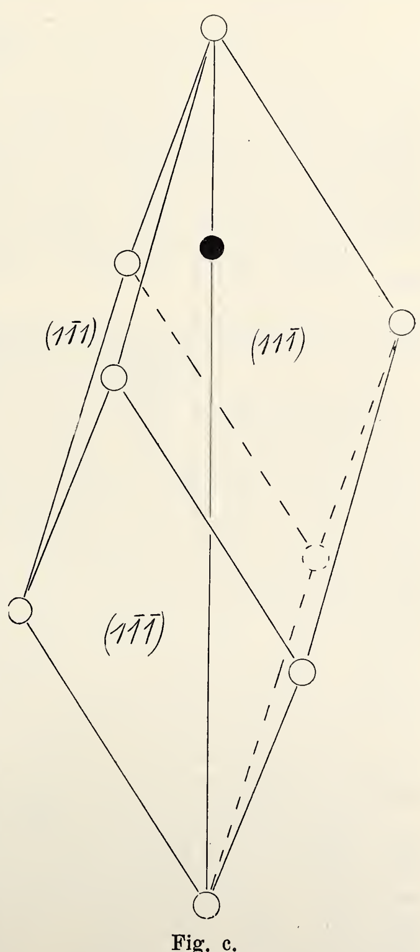


Fig. c.

[1] W. H. Bragg and W. L. Bragg, X—rays and crystal structure. p. 228. London 1915.

komponenten und ist demnach symmorph; sie heißt nach der SCHOENFLIES'schen Nomenklatur $\mathfrak{D}_{3,d}^{5}$.

Setzt man für Wismut den inneren Winkel der Flächen $(\bar{1}11)$ und $(1\bar{1}1)$ gleich $\varphi = 69^0\, 27'$, die Dichte gleich $D = 9{,}78$ und das absolute Atomgewicht gleich $A = 208{,}0 \times 1{,}64 \times 10^{-24}$ g, so ist der Parameter $[0 \,.\, 1 \,.\, 1]$ der Kante $[011]$ des primitiven Rhomboeders $\{\bar{1}11\}$ in Zentimetern gleich

$$k = \sqrt[3]{\frac{2\,A}{D \sin\varphi \left(1 - \operatorname{ctg}^2 \varphi \operatorname{ctg}^2 \frac{\varphi}{2}\right)}} = 4{,}72 \times 10^{-8}.$$

Daraus ergibt sich der Parameter $[1 \,.\, 1 \,.\, 1]$ der Kante $[111]$ gleich $4\,c = 11{,}80 \times 10^{-8}$ cm und mithin als angenäherter Minimalabstand der Atomschwerpunkte die Strecke $c = 2{,}95 \times 10^{-8}$ cm. Fig. c zeigt als leere Kreise die ein primitives Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ bildenden Atome des einen Gitters und als vollen Kreis das im Innern jenes Rhomboeders befindliche Atom des andern Gitters.

Ähnliche Strukturkonstanten findet man auf gleichartigem Wege für Antimon.

III. Die wahrscheinlichsten Atombewegungen während einer Schiebung im Wismut.

Die Wismut-Schiebung besitzt zwei „rationale Paare von Schiebungselementen", nämlich $K_1 = (011)$, $\sigma_2 = [011]$, sowie $\sigma_1 = [100]$, $K_2 = (100)$. Einer Gitterschiebung nach diesem Schema sind, wie früher[1] gezeigt wurde, unter den rhomboedrischen Gittern nur diejenigen drei fähig, deren primitives Rhomboeder entweder $\{011\}$ oder $\{100\}$ oder $\{\bar{1}11\}$ ist. Also können im Wismut die beiden von den Atomschwerpunkten gebildeten Gitter, da sie rhomboedrisch und mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ ausgestattet sind, obige Gitterschiebung ausführen; sie gehorchen daher der ersten der zwei von Strukturschiebung gestellten Forderungen. Zweitens wird, da die Wismutschiebung sowohl von der ersten als auch von der zweiten Art ist, die Geltung irgendeines der vier Gleichungstripel (1 a) bis (2 b) verlangt.

Wir prüfen hieraufhin zunächst das von obigen beiden Gittern gebildete Punktsystem aller Atomschwerpunkte.

Fig. d ist mit den in K_1 liegenden konjugierten Parametern $k_1 = [0 \,.\, 1 \,.\, \bar{1}]$ (d. i. parallel der Kante $[01\bar{1}]$) und $k_1' = [1 \,.\, 0 \,.\, 0]$, sowie dem in σ_2 liegenden Parameter $s_2 = [0 \,.\, 1 \,.\, 1]$ konstruiert, und zwar in gleicher Projektionsebene und in gleichem Maßstabe wie Fig. c. Nun sind aber k_1 bezw. s_2 zugleich zwei in K_2 liegende konjugierte Parameter k_2 bezw. k_2' und ist k_1' zugleich der in σ_1 liegende Parameter s_1. Daher kann Fig. d außer auf

[1] A. JOHNSEN, dies. Centralbl. 1916. p. 125.

die Geltung von (1 a) oder (1 b) auch auf die Geltung von (2 a) oder (2 b) geprüft werden; sie vereinigt in sich die zwei Figuren a und b, und ihre drei Flächenpaare sind offenbar parallel den beiden Kreisschnittsebenen K_1, K_2 und der Ebene S der Schiebung. Die acht leeren Kreise stellen die das primitive Parallelepiped $\{(011), (100), (01\bar{1})\} = \{K_1, K_2, S\}$ bildenden Atomschwerpunkte des einen Gitters dar, die zwei vollen Kreise P und P′ bedeuten die einzigen in oder auf jenem Parallelepiped liegenden Atomschwerpunkte des

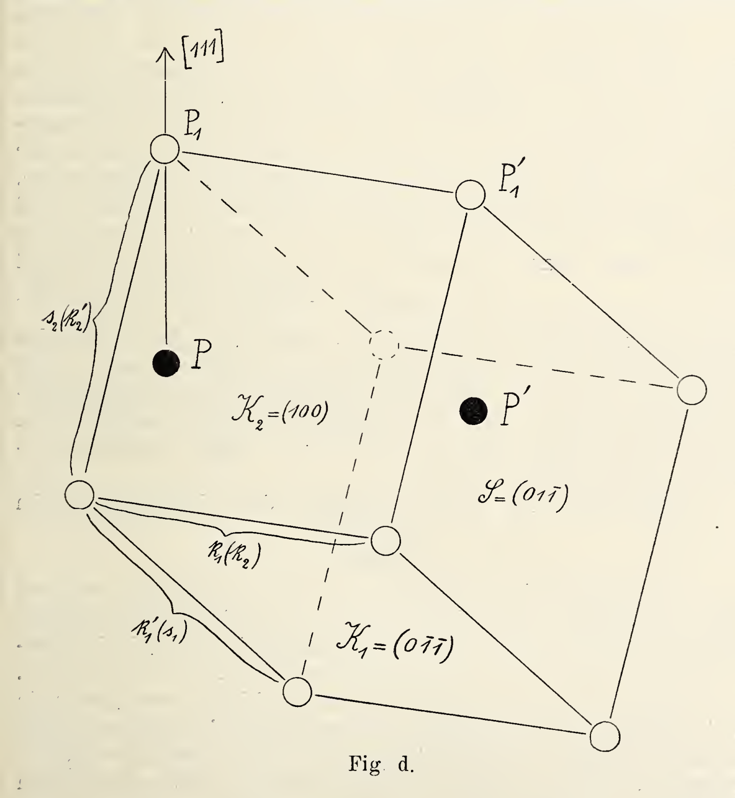


Fig. d.

andern Gitters; P und P′ liegen in den Ebenen $(0\bar{1}1)$ und $(01\bar{1})$, annähernd im Abstande c (s. p. 389) unterhalb der Punkte P_1 und P_1'.

Jetzt ist ersichtlich, daß P und P′ den Gleichungen (1 b) oder (2 a) keinesfalls genügen, den Gleichungen (1 a) oder (2 b) aber nur dann, wenn die Strecken PP_1, $P'P_1'$ etc. genau gleich c sind; sie sind aber nur annähernd gleich c. Daraus folgt, daß das Punktsystem der Atomschwerpunkte keines der vier Gleichungstripel (1 a) bis (2 b) befriedigt und somit während der Wismutschiebung keine Strukturschiebung erfahren kann.

Daher betrachten wir nunmehr die Wismutstruktur als aus

Atomgruppen aufgebaut. Die Schwerpunkte der Atomgruppen PP_1, $P'P_1'$ etc. (Fig. d) bilden ein Punktsystem, welches ein einziges Gitter darstellt; dieses ist durch ein primitives Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ gekennzeichnet, führt also während der Wismutschiebung eine Gitterschiebung aus. Überdies befriedigt es auch die zweite Bedingung der Strukturschiebung, denn offenbar gilt folgender Satz: Ist ein Punktsystem ein einfaches Gitter und führt letzteres eine Gitterschiebung aus, so vollzieht sich eine Strukturschiebung, und zwei oder alle vier der Gleichungstripel (1 a) bis (2 b) sind befriedigt.

Folglich können während der Wismutschiebung die Schwerpunkte jener zweiatomigen Gruppen PP', $P_1 P_1'$ etc. geradlinige und ihrem Abstand von der Gleitfläche proportionale Strecken durchlaufen. Solche Atomgruppe besitzt die gleiche Symmetrie wie der Wismutkristall und besteht aus zwei Atomen, deren jedes vom andern nur etwa $\frac{5}{8}$ so weit entfernt ist wie vom nächsten aller übrigen Atome.

Während der Schiebung bewegen sich wahrscheinlich je zwei Gruppenatome parallel der Ebene der Schiebung im konstanten Bogenabstand π auf einem Kreise, dessen Durchmesser annähernd gleich c ist, entlang einem Bogen von $\frac{73.93\,\pi}{180}$ im Sinne der Kippung der zweiten Kreisschnittsebene. Jedes Atom beschreibt also eine Zykloide, die aus dem Abstand des betreffenden Atoms von der Gleitfläche, aus der gegenseitigen Entfernung der beiden Gruppenatome und aus der Größe der Schiebung berechnet werden kann. Im übrigen erfährt jedes Atom eine von seiner Symmetrie abhängige Deformation in sich.

Ebenso wie im Wismut vollzieht sich die Schiebung im Antimon.

Schluß.

Das rhomboedrisch kristallisierte Wismut verhält sich während seiner Schiebung so, als bestände es aus zweiatomigen Molekeln, welche die gleiche Symmetrie wie der ganze Kristall und einen Abstand der beiden Atomschwerpunkte von etwa $3 \cdot 10^{-8}$ cm besitzen.

Bekanntermaßen löst sich Wismut in viel Blei zweiatomig, in viel Cadmium oder Quecksilber einatomig und liegt seine Dampfdichte bei 1600—1700° zwischen den für Bi und für Bi_2 berechneten. Größere Molekeln als Bi_2 scheinen nicht nachgewiesen zu sein.

Ueber die Existenz, Größe und Bestimmung der Kristallmoleküle.

Von **A. Fock.**

Die neuerdings mit Hilfe der Röntgenstrahlen ermittelten Kristallstrukturen sollen nach P. v. Groth[1] den Beweis dafür er-

[1] Ber. d. deutsch. chem. Ges. **47**. p. 2063. (1914.) Zeitschr. f. Krist. **54**. p. 65 und 498. (1915.)

bringen, daß — abgesehen von den amorphen Körpern und den zyklischen Verbindungen — im festen Zustande chemische Moleküle nicht mehr existieren. Und als Hauptgrundlage für diese Ansicht kommen zunächst wohl die von Bragg aufgestellten Strukturen der Halogensalze NaCl, KCl, KBr und KJ in Betracht. Diese Körper kristallisieren bekanntlich regulär und gelten allgemein als unzweifelhaft isomorph. Die ihnen zugeschriebenen Strukturen stimmen demgemäß überein und bilden gleichmäßig ein kubisches Raumgitter einfachster Bauart, in dem als Gitterpunkte nicht die chemischen Moleküle, sondern die chemischen Atome auftreten, und zwar derart, daß Metall und Halogen abwechseln. Dementsprechend bilden dann die Metallatome für sich — und ebenso die Halogenatome für sich — ein sogen. flächenzentriertes Würfelgitter; beide Gitter aber erscheinen so ineinandergestellt, daß ein einfaches Würfelgitter mit abwechselnden Atomen resultiert.

Über die gegenseitige Bindung der Atome und ihre räumlichen Dimensionen geben diese Strukturen keinen Aufschluß, wohl aber können hiernach die Lagen der Atommittelpunkte und ihre Abstände als sicher festgelegt gelten.

Beim Betrachten dieser Strukturen muß also scheinbar jedermann sofort zu dem Schluß gelangen, daß hier von chemischen Molekülen nicht mehr die Rede sein kann — da ja ganz offenbar ein völliger Zerfall in die Atome vorliegt.

Indessen wenn man bedenkt, daß wir es hier mit Elektrolyten zu tun haben, deren Atombindungen unzweifelhaft durch Elektronen vermittelt worden, und daß demgemäß in der Struktur auch die Stellung des bindenden Elektrons zu berücksichtigen ist, so bleibt auch eine andere Auffassung möglich.

Vom Standpunkte der Elektronentheorie ist die Formel des NaCl ja Na-E-Cl zu schreiben und im dissoziierten Lösungszustande genügt es, das Elektron dem einen der Atome zuzuordnen, ohne daß die näheren Lagerungsverhältnisse der Berücksichtigung bedürfen. Im kristallisierten Zustande aber haben wir es allgemein mit gerichteten Größen zu tun, und demgemäß muß in der Struktur auch die Richtung in Betracht gezogen werden, in der das bindende Elektron fungiert. Ist in der Verbindungslinie zwischen Metall- und Halogenatom ein Elektron gelagert oder ausgetauscht worden, so liegen vom chemischen Standpunkte jedenfalls andere Verhältnisse vor, als wenn dies nicht zutrifft. Im ersten Falle kann bezw. muß ein Molekülverband existieren bezw. angenommen werden, im letzteren Falle dagegen nicht. Und von den 6 Cl-Atomen, welche in dem Gitter jedes Na-Atom gleichmäßig umgeben, kann schließlich immer nur eins durch die Elektronenbindung ausgezeichnet sein. Über diese Verschiedenheit in der Bindung, d. i. den Verbleib bezw. die Lagerung des bindenden Elektrons in der Struktur, vermögen die Röntgenmethoden keinen Aufschluß zu geben, denn die Reaktion

der Atome gegen die Röntgenstrahlen wird einzig bedingt durch die Atommasse, die Höhe des Atomgewichts, und die Elektronen sind ja dem gegenüber von verschwindender Masse.

Nach den zurzeit bestbegründeten[1] Anschauungen und Vorstellungen ist ja freilich anzunehmen, daß das Bindungs-Elektron von dem Metallatom an das Cl-Atom völlig abgegeben wird und hier den äußeren 7-Ring zu einem 8-Ring ergänzt, d. i. das Cl-Atom negativ aufladet, während das Na-Atom eine positive Ladung erhält. Demgemäß kann dann zwar dem Bindungs-Elektron eine singuläre Stellung gegenüber den anderen Elektronen des 8-Ringes nicht mehr zugeschrieben werden, aber andererseits wird durch diesen Elektronenaustausch eine Verrückung des 8-Ringes in der Richtung zu dem durch die Abgabe des Elektrons positiv geladenem Na-Atom bewirkt, und zudem müssen natürlich die Ebenen der Elektronenringe in beiden Atomen als parallel angenommen werden. Auch bei dieser Auffassung bleibt also in dem Würfelgitter doch schließlich ein jedes Na-Atom mit einem ganz bestimmten Cl-Atom in besonders ausgezeichneter Verknüpfung; nur kommt diese Auszeichnung bezw. Verschiedenheit nicht mehr in den Abständen der Atommittelpunkte zum Ausdruck, wohl aber in der Parallelstellung und der Verrückung der Elektronenringe. Man gelangt also auch auf diesem Wege dazu, in dem Gitter zu unterscheiden zwischen solchen Atomen, die durch Haupt- bezw. Elektrovalenzen gebunden sind, und solchen, welche nur durch Neben- bezw. Kontravalenzen — entsprechend den Werner'schen Koordinatenzahlen — verknüpft werden, und die nach erster Art verbundenen Atome entsprechen den chemischen Molekülen.

Freilich muß wohl mit der Möglichkeit bezw. Wahrscheinlichkeit gerechnet werden, daß die durch die Hauptvalenzen vermittelte Bindung in dem Gitter keine konstante feststehende ist, und zwar um so mehr, als die Schwingungen des Gitters einen Wechsel begünstigen dürften; aber auch in diesem Falle könnte von einer Aufhebung des chemischen Molekularverbandes schlechthin noch nicht die Rede sein, sie würden nur — zeitlich abwechselnd — verschiedene Atome umfassen und einzig ein mehr oder minder großer Teil der Moleküle könnte als dissoziiert gelten. Es würden also in dem Gitter nur ähnliche Verhältnisse bestehen, wie sie auch in den konzentrierten wäßrigen Lösungen angenommen werden, in denen ja die dissoziierten und nicht dissoziierten Moleküle ständig die Ionen austauschen.

Einstweilen vermögen deshalb die Strukturen der Alkalihalogene den allgemeinen Schluß, daß im kristallisierten Zustande chemische Moleküle nicht mehr existieren, durchaus nicht zu rechtfertigen.

---

[1] Ann. d. Phys. **49**. p. 229. (1916.)

Und was die bisher ermittelten Strukturen von anderen Körpern betrifft, so liegen die Verhältnisse völlig ähnlich, da es sich überall um einfache Substanzen handelt, deren Atombindungen durch Haupt- bezw. Elektrovalenzen vermittelt werden.

Anderweitig aber hat der Schluß auf die Nichtexistenz bezw. den Zerfall der chemischen Moleküle im kristallisierten Zustande bisher nirgends eine wirkliche Stütze gefunden. Für deren reale Fortexistenz sprechen dagegen viele allgemeine Tatsachen — so die Gesetze der Isomorphie und der Morphotropie und der Umstand, daß die Zirkularpolarisation der optisch aktiven Substanzen allgemein beim Kristallisieren erhalten bleibt. Insonderheit aber kommt hier vom exakten Standpunkte wohl in Betracht, daß die VAN'T HOFF'sche Theorie der festen Lösung nicht allein für den amorphen, sondern ebenso auch für den kristallisierten festen Zustand begründet wurde, und diese Theorie müßte hinfällig werden, wenn in den Kristallen keine chemischen Moleküle mehr existierten.

Dazu kommt dann, daß die an der Hand dieser Theorie ausgeführten Molekulargewichtsbestimmungen für den kristallisierten Zustand[1], die auf dem „Verteilungssatz" bezw. dem Gesetz der chemischen Massenwirkung, d. i. unbestrittenen Naturgesetzen basieren, zu dem eindeutigen Resultat geführt haben, daß im allgemeinen Kristallmolekül und chemisches Molekül übereinstimmen.

Bei den Elektrolyten ließ freilich die für dieses Schlußresultat geforderte Konstanz der Quotienten aus den Konzentrationen im flüssigen und festen Zustande zunächst etwas zu wünschen übrig. In Hinsicht auf die Unsicherheit der Dissoziationsermittlung in den gesättigten Lösungen waren aber Zweifel an der Identität von Kristallmolekül und chemischem Molekül eigentlich niemals berechtigt.

Durch die Auffindung der Tatsache[2] aber, daß den festen kristallisierten Salzen ein ähnliches Leitungsvermögen zukommt wie den geschmolzenen Körpern, und daß demgemäß auch im kristallisierten Zustande eine gleiche bezw. ähnliche Dissoziation bestehen muß, hat diese früher nicht ganz verständliche Inkonstanz ihre völlige Aufklärung gefunden, und die oben erörterten Kristallstrukturen der Alkalihaloidsalze stehen damit im besten Einklange.

Von größter Wichtigkeit aber ist es schließlich wohl, daß sich die Fortexistenz der chemischen Moleküle in den Kristallen auch noch auf einem anderen, völlig unabhängigen Wege hat begründen lassen. So gelangte TAMMANN[3] auf Grund seiner umfangreichen thermodynamischen Studien zu dem Schluß, „daß all-

---

[1] Ber. d. deutsch. chem. Ges. **28**. p. 2734. (1895.) Zeitschr. f. Krist. **28**. p. 337. (1897.) N. Jahrb. f. Min. etc. 1899. I. p. 71.

[2] TUBANDT und LORENZ, Zeitschr. f. phys. Chem. **87**. p. 513. (1914.) LORENZ, Elektrolyse geschmolzener Salze. Halle 1906. p. 289.

[3] Ber. d. deutsch. chem. Ges. **44**. p. 3618. (1911.)

gemein bei der Kristallisation normaler Flüssigkeiten das Molekulargewicht sich nicht ändert".

Eine andere — mehr rein kristallographische — Frage aber bleibt es, ob man die Raumgitter als von den Molekülen oder den Atomen gebildet ansehen will. Insofern sich ja jedes einfache Molekelgitter in so viele einfache und gleiche Atomgitter zerlegen läßt, als das Molekül chemische Atome enthält, erscheinen natürlich beide Auffassungen vom Standpunkte der reinen Theorie gleichberechtigt.

Leugnet man die Fortexistenz der chemischen Moleküle, so dürfen bei den ineinandergestellten Atomgittern keinerlei Verschiedenheiten der Atombindungen vorkommen, andernfalls müssen sie bestehen bezw. nachgewiesen werden. Bei den bisher untersuchten einfachen Verbindungen dürfte eine solche Verschiedenheit durch den Austausch des Elektrons und die dadurch bedingte Verschiebung und Parallelstellung der Elektronenringe genügend wahrscheinlich gemacht sein. Der eigentliche exakte Beweis dafür aber ist wohl in den Tatsachen und Gesetzen zu erblicken, welche der Theorie der festen Lösung zugrunde liegen.

Und in Übereinstimmung damit steht es auch, wenn Bragg[1] hervorhebt, daß sich unmittelbar und direkt nicht feststellen läßt, ob die reagierenden (reflektierenden) Netzebenen von den Molekülen oder den Atomen gebildet werden, eine Entscheidung darüber vielmehr immer erst durch den Vergleich verschiedener bezw. analoger Verbindungen möglich ist.

Einen unwiderleglichen Beweis für die Nichtexistenz und den völligen Zerfall der chemischen Moleküle im kristallisierten Zustande vermögen die bisher ermittelten Strukturen jedenfalls nicht zu erbringen, und für das Aufkommen der hier bekämpften Ansicht scheint mir schließlich auch der Umstand von Bedeutung zu sein, daß sie von P. Groth schon im Jahre 1905 in der 5. Auflage seiner Physikalischen Kristallographie p. 294 ohne nähere exakte Begründung vertreten wurde.

Über das marine Miocän im Nordseebecken.

Von **Paul Oppenheim.**

I.

Unter annähernd gleichem Titel veröffentlichte vor kurzem Herr Karl Gripp[2] eine Studie, welche, recht anregend geschrieben, in vielen Punkten Neues bringt. Manches von diesem dürfte wohl

[1] Proc. Roy. Soc. **89**. p. 470. (1914).

[2] Über das marine Altmiocän im Nordseebecken. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLI. 1915. p. 1—59.

auch der ernsten Kritik gegenüber standzuhalten vermögen; gegen einzelne der vorgebrachten Tatsachen und Anschauungen muß sich dagegen der Widerspruch äußern, damit sich nicht Irrtümer in der Literatur festsetzen und die ohnehin noch nicht allzu standfesten Grundlagen unseres Wissens auf diesem Gebiete verschoben und verschlechtert werden.

Für richtig möchte auch ich — um dies vorauszuschicken — die von dem Verfasser zuerst konsequent durchgeführte Abtrennung einer untermiocänen Stufe ansehen, welche mit den Braunkohlen auch marine Einschaltungen umfaßt. Das Natürliche und Notwendige einer derartigen Abgrenzung ist bereits von Gottsche [1], Gagel [2] und W. Koert [3] richtig empfunden worden; doch wird die Gliederung hier zum ersten Male klar durchgeführt und durch zahlreiche Profile gestützt. Wir gewinnen damit nunmehr ein sicheres marines Äquivalent der in Norddeutschland so verbreiteten miocänen Braunkohlenformation. Es ist dies das wesentlichste Resultat der Gripp'schen Untersuchung, auf welches auch der vom Verfasser gewählte Titel hinweist. Nach Erreichung dieses — wie ich glaube — gesicherten Resultates hätte nun der vom Verfasser weiter einzuschlagende Weg — hier setzt meine Kritik ein — nach meiner Auffassung der in unseren Wissenszweigen allein zulässigen Methodik etwa der folgende sein müssen: eine genaue paläontologische Untersuchung der in diesen Braunkohlensanden auftretenden Fossilien und ein ebenso eingehender und sorgfältiger Vergleich mit der nächstälteren und nächstjüngeren Fauna. Erst durch eine derartige recht dornen- und mühevolle Untersuchung hätten sich — nach meiner Auffassung — wirklich sichere und für die Zukunft verwendbare Resultate auf den Gebieten erzielen lassen, welche der Verfasser im Verfolge seiner Untersuchungen in Angriff nimmt; nur so hätten sich wirklich sichere Stützen gewinnen lassen für den „Vergleich der miocänen Faunen des östlichen Nordseebeckens mit denen benachbarter Gebiete“ und für den vom Boden der sicheren Erfahrung sich noch weiter erhebenden „Versuch einer Paläogeographie des Nordseebeckens für die Miocänzeit“. Herr Gripp scheint derselben Anschauung gewesen zu sein; denn sein Teil III behandelt auf p. 17 ff. „Die Fauna des ältesten Miocäns“. Dieser Abschnitt enthält aber in erster Linie eine Tabelle von 223 Formen, deren Aufzählung sich allerdings teilweise — von der Kolumne

---

[1] Der Untergrund Hamburgs. 1901. p. 11. (Sonderabdruck aus: Hamburg in naturwissenschaftlicher und medizinischer Beziehung, den Teilnehmern der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte als Festgabe gewidmet.)

[2] Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau. 1907. p. 170.

[3] Geologische und paläontologische Mitteilungen über die Gasbohrung von Neuengamme. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. 1911. p. 168.

9—19 an — auf eigene, recht umfangreiche Bestimmungen des Verfassers stützt. Ich kann hierbei bei aller Anerkennung der vom Verfasser aufgewendeten Zeit und Kraft nur meiner Verwunderung Ausdruck verleihen, daß der Fragezeichen so wenig geworden sind und daß Herr Gripp am Schlusse seiner Tabelle hinzufügt: „Es lag nicht im Rahmen der gestellten Aufgabe, die altmiocäne Fauna paläontologisch genau zu untersuchen". Nach meiner — wie ich glaube — ziemlich genauen Kenntnis der in Frage kommenden Verhältnisse kann einer solchen Tabelle bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse kein allzu großer Wert beigemessen werden. Die Kenntnis der Formen unseres norddeutschen Miocäns ist eine durchaus unbefriedigende [1], und vieles von dem, was nach Beyrich geschaffen wurde, hält ernster Kritik nicht stand. Eine monographische Darstellung der Bivalven fehlt bisher gänzlich, wenn wir von der recht fehlerhaften und zudem nur auf Dingden beschränkten kleinen Arbeit von Lehmann [2] absehen. Die erste Publikation von Koenen's [3] geht, wie die meisten Arbeiten seiner ersten Periode, von dem sichtlichen Bestreben aus, nach Möglichkeit in Zeit und Raum zusammenzuziehen. Eine scharfe Trennung der Artbegriffe ist nur selten erfolgt. Zudem macht sich hier, wie in der zweiten, etwas mehr sichtenden Arbeit, der vom Verfasser selbst betonte [4] Mangel an Vergleichsmaterial und an Kenntnis der Formen der südlicheren Bereiche störend bemerkbar. Aber abgesehen von diesen den hier in Frage kommenden Publikationen von Koenen's von Anfang an anhaftenden Fehlern sind diese Arbeiten naturgemäß durch die Entwickelung der Dinge überholt und veraltet. Die erste von ihnen stammt aus dem Jahre 1872, die zweite [5] von 1882. Was ist seither

---

[1] Wieviel hier noch zu tun übrig geblieben ist, hat zumal Gottsche, wie aus mehreren Stellen seiner Arbeiten hervorgeht, stets klar erkannt. Er ist leider durch sein viel zu frühes Ende nicht zu der paläontologischen Bearbeitung der norddeutschen Miocänfauna gelangt, obgleich er, wie ich von ihm selbst weiß, stets mit der Sammlung von Vorarbeiten, zumal von Vergleichsmaterialien, zu diesem Zwecke beschäftigt war. Vergl. Die Sedimentärgeschiebe der Provinz Schleswig-Holstein. Yokohama 1883. p. 55, und Die Molluskenfauna des Holsteiner Gesteins. Abh. aus dem Gebiete der Naturwissenschaften des Naturwissensch. Vereins Hamburg. 1887. p. 3.

[2] Die Lamellibranchiaten des Miocäns von Dingden. Verh. d. naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande etc. **49**. p. 198 ff.; **50**. p. 273 ff. Bonn 1892/93.

[3] Das Miocän Norddeutschlands und seine Molluskenfauna. I. Teil. Einleitung und paläontologische Beschreibung der siphonostomen Gastropoden. Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. Cassel 1872.

[4] a. a. O. p. 8.

[5] Die Gastropoda holostomata und tectibranchiata, Cephalopoda und Pteropoda des Norddeutschen Miocäns. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. II. 1882.

alles für die Kenntnis des südlichen Miocäns geschehen! Ich erinnere nur — um das Wichtigste herauszugreifen — an die Fortsetzung des grundlegenden Werkes von M. Hoernes über die Mollusken des Wiener Beckens durch R. Hoernes und Auinger, an die großangelegte und eine Fülle von Stoff bearbeitende Monographie des Piemontesischen Tertiärs durch Bellardi und Sacco, um von den neuesten, teilweise noch im Erscheinen begriffenen Monographien von Cossmann und Peyrot über das Miocän der Gironde und von Dollfus, über dasjenige der Touraine ganz zu schweigen! Wir haben durch die Tätigkeit aller dieser Forscher schärfer sehen gelernt. Wir bemerken heute — z. B. bei den Mitren und Pleurotomen — Unterschiede, für welche früheren Generationen notwendig das Verständnis fehlen mußte und welche doch durch die Natur bedingt und vorhanden sind. Wir haben Abbildungen mancher lange bekannten Formen neu erhalten und uns überzeugen müssen, daß sie früher verwechselt wurden, und daß auf Grund fehlerhafter Bilder unzulässige Identifikationen vorgenommen worden sind. Alles dies bedingt das bereits oben erwähnte Resultat, daß die Kenntnis der Formen unseres Miocäns eine recht unzulängliche ist und jedenfalls mit dem Fortschritte der Wissenschaft nicht Schritt gehalten hat; und aus allen diesen Gründen kann ich einer Tabelle, wie sie Gripp gibt, keinen besonderen Wert beimessen.

Herr Gripp hätte diese generellen Schwierigkeiten bemerken sollen; denn er hat sie in einzelnen Fällen wohl empfunden. Die in diesen vorgenommene Lösung ist aber charakteristisch für eine Methode, welche es vermeidet, in die Tiefe und bis zu den Quellen vorzudringen, und welche dann einen mehr äußerlichen Kompromiß vorzieht. So schreibt Verfasser auf p. 33: „*Nassa italica* Mayer nannte Bellardi III p. 140, Taf. IX Fig. 6 die von von Koenen *Nassa costulata* Ren. benannte Art“. Wenn man die betreffende Stelle bei Bellardi durchsieht, so findet man, daß dieser, wohl im Vertrauen auf die Richtigkeit der Bestimmung von Koenen's und ohne der seinem Thema ohnehin fernliegenden Materie eine größere Bedeutung beizulegen, das Zitat von von Koenen, wie die meisten Erwähnungen der lebenden *N. costulata* aus älteren Schichten der langen Synonymieliste von *N. italica* Mayer-Eymar eingereiht hat, ohne sich über die Identität in irgend einer Weise näher auszusprechen. Die Form wird also hier nur gelegentlich unter den Synonymen infolge einer kleinen Flüchtigkeit mitaufgeführt, von „Nennen“ kann hier gewiß nicht die Rede sein! Vergleicht man nunmehr aber die von Bellardi a. a. O. Taf. IX Fig. 6 gegebene Figur der *N. italica* Mayer-Eymar mit derjenigen, welche von Koenen in seiner ersten Arbeit über das Miocän a. a. O. Taf. II Fig. 3 für seine *Nassa costulata* Ren. hinzufügt, so sieht man, daß hier eine Identität g a n z u n m ö g l i c h ist, selbst für einen Forscher, der

nicht so scharf trennt, wie dies Bellardi in dem erwähnten Werke zu tun bestrebt ist. von Koenen zeigt im Gegensatze dazu im Texte[1] seine bereits oben gekennzeichnete Tendenz, die Formen nach Möglichkeit zusammenzuziehen. Aus diesem Bestreben heraus vereinigt er die Type des Holsteiner Gesteins mit der „rezenten aus dem Adriatischen Meere", obgleich sich auch für ihn „Verschiedenheiten ergeben", die er allerdings als „unbedeutend" bezeichnet; und es liegt eine auch nicht allzuselten zu beobachtende Willkür darin, daß er diese Unterschiede, die er doch selbst beobachtet, nicht näher ausführt. Die Unsicherheit hinsichtlich der Artbegrenzung, in welcher sich von Koenen augenscheinlich befand, geht zudem aus seinen weiteren Ausführungen über diese *Nassa costulata* mit Deutlichkeit hervor.

Es kann hier natürlich nicht meine Aufgabe sein, diesen Gegenstand weiterzuführen und die *Nassa* des Holsteiner Gesteins zu bestimmen. Es wäre dies die Aufgabe einer Untersuchung ad hoc. Beweisen soll das Beispiel nur, daß scharfe Begriffe hier noch fast vollständig fehlen, daß sich mit ihnen daher auch in Form einer Tabelle, und vielleicht am wenigsten in dieser, etwas anfangen läßt, und daß die Art, wie Gripp sich mit der Schwierigkeit abfindet, nicht diejenige ist, welche meines Erachtens nach angesichts des Wertes scharfer paläontologischer Begriffe für die Festlegung der einzelnen Horizonte wohl erforderlich gewesen wäre.

Ein weiteres Beispiel betrifft die von Gripp auf p. 27 unter No. 188 als *Pleurotoma Allionii* Bell. aufgeführte Form. Eine nähere Begründung der Bestimmung fehlt hier. Man kann aber etwas Ähnliches vielleicht an anderer Stelle in einem früheren Aufsatze des Verfassers finden[2]. Hier muß man nach dem Synonymieregister vermuten, daß unter dem Namen *Pleurotoma Allionii* Bell. die Form aufgeführt wird, welche andere Autoren als *Pl. obeliscus* Desm. zitieren. In Wirklichkeit ist aber *Pl. Allionii* Bell. eine im wesentlichen pliocäne Art[3], welche Bellardi selbst früher irrtümlich mit der eocänen *Pl. brevirostrum* Sow. vereinigte, und welcher nur ein Teil dessen zufällt, was M. Hoernes aus dem Wiener Becken als *Pl. obeliscus* Desm. beschrieb und abbildete, und zwar gehören gerade die von dem Wiener Forscher abgebildeten Stücke, wie Bellardi a. a. O. ausdrücklich betont[4],

---

[1] a. a. O. p. 61 (195).

[2] Über eine untermiocäne Molluskenfauna von Itzehoe. Jahrb. der Hamburgischen Wissenschaftl. Anstalten. **31.** 1913. p. 33. Hamburg 1914.

[3] Vergl. L. Bellardi, I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte etc. **2.** p. 91.

[4] „Parecchi esemplari che il Museo ricevette molti anni sono dal signor Hoernes col nome di *Pl. obeliscus* Desm., provenienti dalle vicinanze di Vienna corrispondono a quelli qui descritti, e a questa specie" (nämlich *Pl. Allionii* Bell.) „si riferisce la massima parte delle citazioni fatte dal Hoernes nella sinonima: la figura per altro non rappresenta la vera *Pl. Allionii* Bell." etc.

der *Pl. Allionii* Bell. nicht an. Ich selbst kenne die italienische Art nicht aus unserem norddeutschen Miocän. Die Formen, die ich gesehen habe, nähern sich eher der typischen *Pl. obeliscus* Desm., ohne indessen mit ihr übereinzustimmen. Auch hier sind weitere Untersuchungen dringend vonnöten.

Abgesehen von meiner oben näher gekennzeichneten allgemeinen Stellung mögen noch eine Reihe von Ausstellungen im einzelnen folgen. So wird auf p. 35 als Leitfossil des untersten Miocäns angegeben *Pleurotoma trochlearis* Hoernes. Diese Form ist[1] eine **äußerst seltene** Form des Badener Tegels von Vöslau aus der Verwandtschaft der *Pl. Calliope* Brocc. Es ist also eine Type, welche im südlichen und östlichen Europa einem verhältnismäßig recht jugendlichen Formenkreise angehört. Auch Bellardi[2] kennt sie nur als äußerste Seltenheit („rarissimo") aus dem Helvétien der Colli Torinesi. Es wäre nun seltsam, wenn eine Form, die an und für sich überall selten, bisher nur aus dem Helvétien und Tortonien bekannt war, in Norddeutschland in einem älteren Niveau in so großer Menge aufträte, daß sie für dieses als Leitfossil bezeichnet werden könnte. Wie kommt nun Herr Gripp zu dieser Type, welche augenscheinlich weder Beyrich noch von Koenen aus dem norddeutschen Tertiär gekannt haben? Weiteres Nachforschen beweist, daß sie auch Herrn Gripp nur von einem einzigen Fundpunkte vorgelegen hat. Es ist dies Sonderburg, ein Fundpunkt, von dem auf p. 30 angegeben wird: „Das Vorkommen bezieht sich auf Schollen von Tonen und Sanden, die sich zu Süderholz, südöstlich von Sonderburg, im Diluvium finden". Es scheint, als ob der Verfasser die Fossilien dieses Fundpunktes erst neuerdings bestimmt hat. Es wird hier nun aber von ihm auf der allgemeinen Liste neben Formen, welche für das ältere Niveau charakteristisch sind, wie *Nassa Schlotheimi*, *Triton enodis* etc., auch *Fusus crispus* Bors. angegeben, der sich sonst nur in jüngeren Horizonten findet. Das Vorkommen ist also in seinem Alter nicht ganz gesichert, es fehlt aber auch jede nähere Begründung der Bestimmung der seltenen und eigenartigen *Pl. trochlearis*, es fehlen dazu nähere Angaben über den Grad der Häufigkeit dieser auffallenden Form. Mir scheint, es sind stärkere Beweise notwendig, wenn man eine Form als Leitfossil für ein bestimmtes Niveau angeben will!

Unter den Formen, welche als leitend für das höhere Miocän auf p. 37 zitiert werden, findet sich *Fusus virgineus* Grat., der ebenfalls bisher nicht aus Norddeutschland bekannt sein dürfte. Es findet sich ferner *Conus austriaconoe* Sacco, eine nicht gerade sehr wohlklingende neue Bezeichnung für das, was M. Hoernes

[1] Vergl. M. Hoernes, Die fossilen Mollusken des Wiener Beckens. I. p. 363. Taf. XXXIX Fig. 14—15.

[2] I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte ecc. 2. p. 206.

als *Conus Noe* Brocch. aus dem Wiener Becken beschrieben hat[1]. Die Anwesenheit dieser großen *Conus*-Art im norddeutschen Miocän ist ebenfalls neu und hätte weiterer Begründung bedurft. Was die als *M. scrobiculata* Brocch. und *M. Borsoni* Bell. angeführten Mitren anlangt, so sind diese Bestimmungen sicher irrtümlich. Die norddeutschen Arten entsprechen zweifellos ebensowenig wie die Wiener Formen den italienischen Typen, mit denen sie früher vereinigt wurden. Für die erstere Art kann man das Nähere bei Bellardi[2] nachsehen, für die letztere genügt ein Vergleich der Abbildungen bei Ravn[3] mit denjenigen bei Bellardi[4], um sich von der artlichen Verschiedenheit beider Formen zu überzeugen. Nach meinen bisherigen Studien liegen mindestens zwei diesem Formenkreise angehörige *Mitra*-Arten aus dem Miocän des Nordseebeckens vor; keine von diesen stimmt mit der *M. Borsoni* Bell. überein.

Gripp schließt (p. 37), „daß die ältere miocäne Fauna durch ihren Reichtum an nordisch oligocänen Arten, die jüngere miocäne Fauna durch ihre vielen südlichen Arten jede ein eigenes und voneinander grundverschiedenes Gepräge haben". Diese Schlußfolgerung halte auch ich für richtig; sie wird sich auch dann festhalten lassen, wenn die paläontologischen Fundamente, auf denen sie ruhen, fester und sicherer gelegt sein werden, als dies heute noch der Fall ist. Im übrigen entspricht sie ungefähr den Grundsätzen, welche auch die früheren Autoren, vor allem von Koenen und Gottsche, bei der Berücksichtigung der Altersverschiedenheiten im norddeutschen Miocän in erster Linie in Betracht gezogen haben. Sie entstammt auch ungefähr denselben Gesichtspunkten, welche bei der Trennung der beiden Mediterranstufen in den östlichen Gebieten Europas von jeher leitend und geltend gewesen sind.

Wir gelangen nunmehr zu einem Vergleiche des Miocäns im Nordseebecken mit demjenigen benachbarter Gebiete, wie ihn Gripp im vierten Teile seines Aufsatzes auf p. 38 ff. durchzuführen versucht. Ich vermag hier dem Verfasser in seiner Auffassung der Verhältnisse in Belgien nicht ganz zu folgen. Auch diese Dinge sind — meiner Überzeugung nach — heute noch nicht spruchreif, da eine eingehendere Bearbeitung der betreffenden Faunen seit Nyst[5] (1843!!) gänzlich fehlt. Vom Bolderberge bei Diest

[1] Vergl. Fossile Mollusken des Wiener Beckens. I. p. 27. Taf. III Fig. 1a—c. — Sacco, I molluschi dei terreni terziarii ecc. **13**. p. 85.

[2] I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte ecc. V. Mitridae II. 1887. p. 10: „Col nome di *M. scrobiculata* Brocch. M. Hoernes (l. c. Taf. X Fig. 14—18) ha publicato alcune forme viennesi, delle quali nessuna corrisponde alla specie del Brocchi come e qui definita."

[3] Molluskfaunaen I Jyllands Tertiaeraflejringer etc. Køebenhavn 1907. Taf. VI Fig. 19.

[4] a. a. O. Taf. IV Fig. 45a, b.

[5] Description des coquilles et des polypiers fossiles des terrains tertiaires de la Belgique. Mém. de l'Acad. des Sciences. Bruxelles 1843.

ist von jeher nicht allzuviel bekannt geworden. Das wenige, was hier an leidlich gesicherten Resultaten vorliegt, scheint allerdings dafür zu sprechen, daß eine Gleichaltrigkeit mit Dingden, Berssenbrück und dem mehr sandigen Miocän Norddeutschlands besteht. Anders liegt es aber mit Edeghem und dem wenigen, was in noch größerer Nähe von Antwerpen diesem Niveau sicher entspricht. Hier ist die Frage, ob eine Gleichaltrigkeit mit dem Mittel- oder Obermiocän Norddeutschlands besteht, heute noch nicht zu beantworten. Die Fundpunkte dieses Niveaus waren nur für kürzere Zeit in den sechziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts bei Gelegenheit der großen Festungsbauten aufgeschlossen und sind seitdem nicht mehr zugänglich. Eine Monographie der reichen Fauna, welche in ihnen erschlossen wurde, ist, obwohl immer beabsichtigt[1], nicht vorhanden. Einiges davon wurde durch von Koenen in seiner Bearbeitung des norddeutschen Miocäns anhangsweise und sehr kursorisch besprochen. Die Liste, welche van den Broek[2] in der auch von Gripp zitierten Arbeit gibt, stützt sich im wesentlichen auf die Bestimmungen von Nyst. Diese sind aber durch die etwas späteren Hinzufügungen des gleichen Verfassers in Dewalque's[3] Description géologique de la Belgique naturgemäß überholt. Es ist diese letztere Liste überhaupt die einzige, welche eine einigermaßen sichere Auskunft gewährt über den Fossilinhalt dieser Schichten; doch überzeugt man sich bei ihrer Benutzung immerhin auf Schritt und Tritt, daß noch gar viele der Fragezeichen übrigbleiben. Van den Broek's Aufsatz selbst geht von manchen irrigen Voraussetzungen aus, unter denen die verhängnisvollste diejenige ist, daß alles um Antwerpen, darunter auch Edeghem, schon dem Pliocän angehört. Ich stehe nicht an, diesen Aufsatz als in vielen Punkten schon veraltet und nicht mehr recht benutzbar zu bezeichnen.

Es ist mithin durchaus nicht sicher, ob Edeghem und mit ihm der schwarze Sand von Antwerpen unserem mittleren, dem sandigen Miocän, oder schon dem oberen, dem Glimmertone, entspricht. Aus stratigraphischen Gründen möchte man im Gegensatze zu den Annahmen von Gripp an das letztere denken; denn auf Edeghem folgt unmittelbar, und ohne daß Zeichen für die Unterbrechung des Absatzes vorliegen, das Diestien als eine Abteilung des sicheren Pliocäns. Man wird hier an das Profil vom Morsum-Kliff auf Sylt erinnert und an die neue Auffassung, welche Gripp a. a. O. p. 14 hinsichtlich der Fauna des Limonitsandsteins verficht. Wenn dieser wirklich schon Pliocän wäre, wie Gripp

[1] Vergl. von Koenen, Norddeutsches Miocän. I. p. 6.

[2] Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers. Bruxelles 1876/80. p. 40—41.

[3] Prodrome d'une description géologique de la Belgique. II édition. Bruxelles 1880. p. 474 ff.

annimmt, so könnte er nur mit dessen unterer Abteilung, dem Diestien, zeitlich äquivalent sein. Auffällig wäre allerdings auch unter dieser Voraussetzung hier das Auftreten von Arten wie *Yoldia glaberrima* v. MÜNST., einer geologisch so alten, bis in das Oberoligocän herabreichenden Form, oder von großen Gastropoden von mediterranem Charakter wie *Cassis Rondeleti* BAST. und *Conus antediluvianus* BRUG., wie diese GRIPP a. a. O. p. 14 unter den Fossilien des Limonitsandsteins angibt. Derartiges kennen wir in dem so weit südlicher gelegenen Belgien nicht in so hohem Niveau[1]; die Anwesenheit derartiger meridionaler Typen im Limonitsandsteine des nordischen Sylt spricht vorläufig denn doch noch sehr gegen die Auffassung des Verfassers!

II.

Wir gelangen nunmehr zu der Frage des Zusammenhanges unseres norddeutschen Miocäns mit demjenigen südlicherer Bereiche. GRIPP versucht hier p. 40—42 a. a. O. Parallelisierungen mit der Gegend von Bordeaux herzustellen; doch kann ich nicht umhin, zu betonen, daß das stratigraphische und bibliographische Rüstzeug, über welches er verfügt, für diese Aufgabe nicht genügt. Was den ersteren Einwurf, das Fehlen eigener Anschauungen der in Südfrankreich in Betracht kommenden Verhältnisse, anlangt, so weiß ich wohl, daß diese aus mannigfachen Gründen nicht immer gefordert werden kann. Um so gediegener, um so umfangreicher und um so mehr in die Tiefe gehend muß aber dann die bibliographische Kenntnis sein. Es läßt sich eine derartig schwierige Materie doch nicht behandeln unter Zugrundelegung von nur ein bis zwei neueren Arbeiten, zumal wenn diese in ihren Voraussetzungen und Folgerungen mit solcher Entschiedenheit bekämpft worden sind, wie dies den beiden sich auf das Aquitanien beziehenden Publikationen von G. F. DOLLFUS gegenüber, sowohl von J. REPELIN[2] als auch von meiner Seite aus geschehen ist. Es ist bedauerlich, daß GRIPP die beiden französischen Aufsätze kannte, nicht aber ihre Widerlegung von französischer und deutscher Seite und daß ihm zumal mein eigener Aufsatz unbekannt blieb, obgleich dieser zwei Jahre vor dem seinen in der gleichen Zeitschrift erschienen war und sich unter anderem ausdrücklich die Diskussion der Grenze zwischen Oligocän und Miocän

[1] Vergl. NYST in DEWALQUE, Prodrome d'une description géologique de la Belgique a. a. O. — TESCH (Beiträge zur Kenntnis der marinen Mollusken im westeuropäischen Pliocänbecken. Mededeelingen van de Rijksopsporing van Delfstoffen. 4. S'Gravenhage 1912) erwähnt zwar a. a. O. p. 93 *Conus Dujardini* DESH. aus dem Pliocän der Niederlande, aber als Seltenheit und also sichtlich auf sekundärer Lagerstätte befindlich.

[2] Les limites de l'Étage Aquitanien. B. S. G. F. (IV.) 11. Paris 1911. p. 100 ff.

zum Ziele setzte[1]. Ich möchte mich daher nicht wiederholen und das von mir erst vor kurzem Gedruckte für die weitere Diskussion zugrunde legen.

Hervorgehoben möge an fundamentaleren Gesichtspunkten hier nur werden, daß unser norddeutsches Untermiocän nicht Aquitanien sein kann, wie GRIPP meint, da dieses Aquitanien, wie man auch vor DOLLFUS, resp. THEODOR FUCHS, allgemein annahm, unserem norddeutschen Oberoligocän entspricht. Wir haben aber auch nicht nötig, so weit zurückzugreifen, da das norddeutsche Untermiocän sich auch bei voller Anerkennung der GRIPP'schen Beobachtung und des bei der Einzelgliederung der norddeutschen Sedimente eingenommenen Standpunktes viel leichter und bequemer in Verbindung bringen läßt mit den Faluns von Léognan und Saucats und der ersten Mediterranstufe im Sinne von SUESS. Hat doch diese ohnehin auf der Tabelle (p. 44 bei GRIPP) in den „fossilfreien Tonen und Sanden mit Braunkohlen" nur eine recht schwache und ungenügende Vertretung gefunden.

Wenn wirklich der Prozentsatz an oligocänen Arten im norddeutschen Miocän so ungleich bedeutender wäre als im Aquitanien des Beckens von Bordeaux, wie GRIPP meint (p. 42), resp. umgekehrt, das letztere so viel mehr an neogenen Typen besäße als das Nordseebecken im unteren Miocän, so könnte dies auch an anderen Faktoren liegen, die der Autor nicht in Betracht gezogen hat. So ist ein gewisser Bruchteil der neogenen Fauna im Süden bereits im Mitteloligocän, im Stampien, vorhanden. Die noch recht ungenügend bekannte Fauna von Gaas bei Dax (Landes), deren mitteloligocänes Alter über jeden Zweifel erhaben ist, besitzt eine Reihe derartiger neogener Typen, unter denen ich hier nur *Lucina columbella* und *L. dentata* hervorheben möchte. Ferner dürften die klimatischen Verhältnisse im Süden für das Gedeihen und die schnelle Akklimatisation der andringenden Neogenfauna zuträglicher gewesen sein als die Verhältnisse der, wie die Fauna des Septarientones und der Stettiner Sande beweist, wohl damals schon wesentlich kälteren Nordsee. Der Norden ist wohl auch damals schon zäher und widerstandsfähiger gewesen, und schließlich dürfen wir nicht vergessen, daß, wie auch GRIPP betont, augenscheinlich keine direkte Verbindung längs der heutigen Küste bestand und die Neogenfauna nur auf mehr oder weniger großen Umwegen von ihrem Ausgangspunkte in die Nordsee eingewandert sein kann. GRIPP meint a. a. O. p. 47, daß die neue Fauna nur im Norden auf dem Wege zwischen Schottland und Skandinavien oder von

[1] Vergl. Bemerkungen zu W. KRANZ, „Das Tertiär zwischen Castelgomberto, Montecchio maggiore, Creazzo und Monteviale im Vicentin" und Diskussion verschiedener dort berührter Fragen, zumal der Stellung der Schioschichten und der Grenze zwischen Oligocän und Miocän. N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. Beil.-Bd. XXXV. p. 549—627.

Süden über Südengland oder über das Gebiet der Straße von Calais eingedrungen sein dürfte, vergißt aber ganz die Beziehungen zum Südosten: zu Siebenbürgen, Ungarn, Mähren und vielleicht Oberschlesien, über welche ich mich in meiner früheren, oben zitierten Publikation eingehender verbreitet habe. Der *Pectunculus*-Sandstein in Nordwest-Ungarn, die nordalpine Molasse und die anderen oberoligocänen Sedimente dieses südöstlichen Bereiches haben so zahlreiche Formen mit der gleichaltrigen marinen Bevölkerung Norddeutschlands gemeinsam, daß alle bisherigen Beobachter hier einen unmittelbaren Zusammenhang als eine notwendige und logische Folgerung angesehen haben. Wir können aber hier auch denselben allmählichen, häufig unter Oszillationen mit Braunkohlenbildungen erfolgenden Übergang vom Oberoligocän in das Miocän hinein feststellen, so daß man in vielen Fällen zweifelhaft ist, wo die genaue Grenze zwischen beiden Formationen zu ziehen sei. Ich bitte in diesem Punkte nachzulesen, was ich a. a. O. p. 582 ff. über derartige Bildungen aus der Umgegend von Budapest selbst wie aus Siebenbürgen etc. niedergelegt habe. In neuester Zeit sind diese Momente verstärkt worden durch die Mitteilung einer sehr eigenartigen Fauna aus dem Bükkgebirge in Nordungarn aus der Gegend der Stadt Eger[1]. Es finden sich hier oligocäne und miocäne Elemente, beide in vorzüglichem Erhaltungszustand in großer Mannigfaltigkeit und bunter Mischung nebeneinander gesellt, und zwar sind die ersteren norddeutsch, die anderen mediterran.

Es finden sich in dieser eigenartigen Fauna an Arten des norddeutschen Oberoligocän:

Typhis Schlotheimi Beyr.
Murex capito Phil.
Pleurotoma Duchasteli Nyst
— *Selysii* de Kon.
— *Koninckii* Nyst
Surcula regularis de Kon.
Cassidaria Buchii Bell.
Ringicula striata Phil.
Chenopus speciosus Schloth.
Cancellaria evulsa Sol.
Pholadomya Puschi Goldf.
Cytherea incrassata Sow.
— *splendida* Mer.
Cyprina rotundata Braun
Isocardia subtransversa d'Orb.
Cardium cingulatum Goldf.
— *comatulum* Bronn
Pectunculus obovatus Lamk.
Pecten textus Phil.
Ostrea cyathula Lamk.

Dagegen an Arten, welche man im allgemeinen gewohnt ist, als Bestandteile der südlichen Neogenfauna anzusehen:

Typhis horridus Brocc.
Eutritonium Tarbellianum Grat.
Fusus burdigalensis Bast.
Pleurotoma coronata Münst.
— *cataphracta* Brocc.
Peridipsaccus eburnoides Math.

[1] Vergl. Karl Roth v. Telegd, Eine oberoligocäne Fauna aus Ungarn. Geologica hungarica. Tome I. Fasciculus 1. Budapest 1914.

Ancilla suturalis Bon.
Voluta rarispina Lamk.
— *ficulina* Lamk.
Ficula condita Brongn.
Natica helicina Brocc.
— *Josephinia* Risso
— *compressa* Bast.
Conus Dujardini Desh.
Rostellaria dentata Grat.
Cypraea globosa Duj.
Cerithium margaritaceum Brocc.
Xenophora Deshayesi Micht.
Corbula carinata Duj.
— *gibba* Olivi.
Lutraria lutraria L.
Tellina donacina L.
Venus multilamella Lamk.
Diplodonta rotundata Montagu.
Arca diluvii Lamk.
Pecten burdigalensis Lamk.,

vermischt mit einer Reihe von Arten, welche dem südeuropäischen Oligocän angehören und deren wichtigste *Natica crassatina* Lamk. ist. Man sieht, daß eine Fauna mit einer derartigen Zusammensetzung im Zusammenhange gestanden haben muß sowohl mit Norddeutschland als mit dem Mittelmeerbecken. Man braucht also keine Verbindung um die Nordspitze von Schottland herum, um den seit dem Anfang des Oberoligocäns zu konstatierenden Einschluß mediterraner Elemente in der damaligen Nordseefauna zu erklären. In einer schon seit längerer Zeit fertiggestellten und in dieser oder jener Form in absehbarer Zeit zu erwartenden Monographie der Niememschitzer Schichten in Mähren wird zudem gezeigt werden, daß ein Teil dessen, was man gewohnt ist, als mediterran zu bezeichnen, in diesen östlichen Bereichen schon seit dem Unteroligocän heimisch war. Es müssen also beim Eintritt des Oberoligocäns neue Verbindungen nach Norden und nach Westen geschaffen worden sein, welche die eigenartige Mischung der Meeresfauna hervorgerufen haben, die wir im Oberoligocän bemerken und welche schließlich durch Auslese zu der Entstehung rein neogener Faunen geführt haben. Das oberoligocäne Meer war kein reines Regressionsmeer, wie Gripp meint, sondern scheint in bedeutenderem Umfange transgrediert zu haben. Beweise für derartige Überflutungen sind in neuerer Zeit für den Niederrhein durch Fliegel[1] und für Hessen durch Blanckenhorn[2] beigebracht worden. Für Ostdeutschland stehen sie noch aus; aber hier wird der Tiefbohrer sicherlich noch mancherlei Überraschungen zutage fördern. Es verdient, nach dieser Richtung hin bemerkt zu werden, daß Kade[3]

[1] Die Beziehungen zwischen dem marinen und kontinentalen Tertiär im niederrheinischen Tieflande. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **63**. 1911. Monatsber. No. 11. p. 518.

[2] Über Buntsandstein, Tertiär und Basalte auf der Südhälfte des Blattes Ziegenhain (Niederhessen). Jahrb. d. k. preuß. Landesanst. für 1914. **35**. Berlin 1915. p. 581 ff.

[3] Die losen Versteinerungen des Schanzenberges bei Meseritz. 1852. — Die große Mehrzahl der von Kade gesammelten Formen scheint allerdings, wie mich eine Durchsicht seiner im K. Museum für Naturkunde zu Berlin aufbewahrten Originale lehrte und wie bereits von Koenen vermutet

vom Schanzenberge bei Meseritz eine Reihe von Formen des norddeutschen Oberoligocän, der Sternberger Kuchen [1] — wie er meint —, angibt, Bestimmungen, welche jedenfalls nachgeprüft zu werden verdienen.

Man sieht, das norddeutsche Tertiär, zumal seine jüngeren Formationen, bietet noch eine Fülle von Problemen [2], deren Lösung wohl möglich, aber noch weit entfernt ist. Die in ihnen liegenden Schwierigkeiten müssen erst entfernt werden, ehe man sich den letzten Fragen zuwenden kann. Diesem allseits erwünschten Resultate entgegenführen kann uns nur die angestrengteste und genaueste Einzelarbeit von Generationen. Zur Synthese ist der Boden hier noch nicht reif, die Analysis muß wieder mehr überwiegen. Vieles von dem, was Gripp beigebracht hat, ist brauchbar, aber nur als Arbeitshypothese. Die Hauptsache bleibt vorläufig vor allem eine bessere Kenntnis der in unseren Schichten — zumal im Oberoligocän und Miocän — eingeschlossenen Fossilreste. Diese läßt sich aber nicht durch Fossilisten geben; hier muß auf der in erster Linie durch Beyrich, in geringerem Maße auch durch von Koenen geschaffenen Grundlage weiter gebaut werden, und zwar in genauester und saubersten Einzelarbeit. Wenn die obigen Zeilen zu dieser angeregt und an diesem oder jenem Punkte die Probleme gezeigt hätte, die noch der Lösung harren, würde der mit ihnen verfolgte Zweck erreicht sein.

---

hatte, wesentlich älter zu sein und dem Paleocän anzugehören (vergl. A. von Koenen, Über eine paleocäne Fauna von Kopenhagen. Abh. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. **32.** 1885. Sitzung v. 7. Febr., p. 5 des Sep.).

[1] Unter den Beständen des Berliner Museums findet sich ein Geschiebe typischen Sternberger Gesteins, welches aus der v. Schlotheim-schen Sammlung stammt und bei Zabrze, jetzt Hindenburg, in Oberschlesien aufgelesen sein soll. Gottsche, welcher dieses Stück bereits erwähnt (Über die diluviale Verbreitung tertiärer Geschiebe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1886. p. 248), bezweifelt die richtige Angabe seiner Provenienz. In F. Roemer's Geologie von Oberschlesien wird die immerhin recht interessante Frage nicht berührt.

[2] Zu diesen Problemen gehört auch die sorgfältige Scheidung einer nördlichen, autochthonen, Fauna von der südlichen, allochthonen Bevölkerung, ihr gegenseitiges Durchdringen und ihre Mischung, der Grad ihrer gegenseitigen Beeinflussung. Ferner das höchst seltsame Zurücktreten der Skulptur bei manchen Gastropoden, zumal bei den Pleurotomiden, in unseren mehr nördlichen Gebieten während des mittleren Miocäns. Zu ihnen gehört andererseits die genaue Festlegung des Alters mancher Vorkommnisse, wie z. B. für Gühlitz und Lüneburg. Es sei hier auf Anm. 2 p. 53 bei Gripp verwiesen, auf welche zu erwidern ist, daß hier hinsichtlich des Punktes Gühlitz durchaus kein Versehen von Koenen's vorliegt. Es ist auch für mich sehr wahrscheinlich, daß dieser Fundort älter ist und dem „sandigen Mittelmiocän“ angehört.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländisch-Ostindien.

Von **H. A. Brouwer** in Batavia.

Mit 2 Textfiguren.

In früheren Mitteilungen wurden schon verschiedene Typen von Kontaktmetamorphose im Ostindischen Archipel von mir erwähnt[1]. Hiervon sind besonders hervorzuheben die Bildung von feldspathaltigen Hornfelsen in Mittel-Sumatra, zwischen Rokan und Lubuk Bandhara, die Übereinstimmung zeigt mit der, welche von Michel-Lévy im Plateau Central, von Barrois in der Bretagne und von Lacroix in den Pyrenäen beschrieben wurde.

Eine andere Art pneumatolytischer Kontaktmetamorphose ohne Feldspatbildung im Kontakthof wurde beschrieben aus der Nähe von Kota Renah in Siak (Mittel-Sumatra).

In den letzten Jahren fand ich Gelegenheit, Kontakte von verschiedenen Eruptivgesteinen und Sedimenten im Felde zu studieren. Über die Resultate wird nach der Untersuchung des Materials in verschiedenen Mitteilungen näher berichtet werden.

I. Der Granit-Kalksteinkontakt bei Kota Tua, nördlich vom Vulkan Singgalan (Sumatras Westküste).

Geologisches.

Viele der Kalksteine von Sumatra, die sich oft mauerartig aus den umgebenden Gesteinen erheben, sind carbonischen Alters. Daß aber auch viele jüngere Kalksteine vorkommen, ist sehr wahrscheinlich.

Volz[2] fand in Kalksteinen, welche nicht sehr weit von dem hier beschriebenen Granitkontakte vorkommen, eine Milleporide, *Myriopora Verbeeki*, die übereinstimmt mit der schon früher von

[1] H. A. Brouwer, Over het granietgebied der Rokanstreken en over contactverschynselen in de omringende schisten. Versl. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 1914. blz. 278. Id., Pneumatolytische hoornrotsen uit de bovenlanden van Siak. Versl. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 1914. blz. 813. Id., Bydrage tot de Geologie van Boven Kampar- en Rokanstreken. Jaarb. Mynwezen Ned. Indië. 1913. Id., Über einen Granitkontakthof in Mittel-Sumatra. Geol. Rundschau. 5. 1915. blz. 551. Id., Over den postcarbonischen ouderdom van granieten der Padangsche Bovenlanden. Versl. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 1915. blz. 1182.

[2] W. Volz, Oberer Jura in West-Sumatra. Dies. Centralbl. 1913. p. 755.

Yabe[1] aus Grenzschichten zwischen Jura und Kreide von Japan beschriebenen *Stromatopora japonica*, so daß manche der felsbildenden Kalksteine von Sumatra, von denen das Alter bis jetzt noch nicht durch Fossilien bestimmt werden konnte, viel jünger (jungmesozoisch) sein können. Viele der ursprünglich als präcarbonisch betrachteten[2] Granite von Sumatra könnten also, auch wenn Kontakterscheinungen in angrenzenden Kalksteinen fehlen, ein viel jüngeres Alter besitzen. In manchen Kalksteinen konnten aber

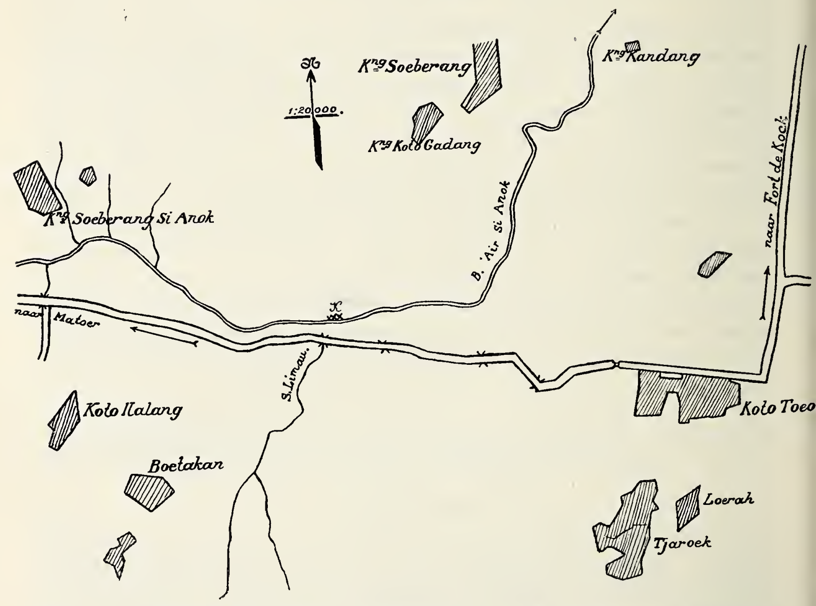


Fig. 1. Umgebung des Granit-Kalkstein-Kontaktes westlich von Kota Tua. 1 : 30000. K. = Granit-Kalkstein-Kontakt.

Kontakterscheinungen festgestellt werden und auch, wenn Kontakterscheinungen an der Grenze von Granit und carbonischem Kalkstein fehlen, könnten die Kalkmauern, die sich ohne Transgressionskonglomerat und ohne Granitgänge oft ununterbrochen über die Grenze von Granit und den umgebenden Sedimenten fortsetzen, z. B. durch Überschiebung nach der Intrusion der Granite in Kontakt mit letztgenannten Gesteinen gebracht sein. Auch in diesem Fall könnten also die Granite sehr gut jünger als die darauf ruhenden carbonischen Kalksteine sein.

[1] H. Yabe, On a mesozoic *Stromatopora* Journ. Geol. Soc. Tokyo. 1903.

[2] R. D. M. Verbeek, Topographische en Geologische Beschryving van een Gedeelte van Sumatra's Westkust. Batavia 1883.

Das Vorkommen von jungen Graniten im Ostindischen Archipel wurde zum erstenmal von MOLENGRAAFF[1] in Borneo festgestellt, wo von ihm am Kontakt von Granit mit Gesteinen der mesozoischen, sehr wahrscheinlich jurassischen, Danauformation eine deutliche Kontaktmetamorphose wahrgenommen wurde. Untersuchungen der letzten Jahre haben auch das Vorkommen von mesozoischen Graniten auf Sumatra erwiesen oder wahrscheinlich gemacht[2].

Neulich wurde auch in den Molukken (Sula-Inseln) das Vorkommen von postjurassischen Graniten von WICHMANN[3] und mir[4] festgestellt. Die Kalksteine des Granitkontaktes bei Kota Tua, die in dieser Mitteilung näher beschrieben werden sollen, kommen unter der Bedeckung mit jungvulkanischem Material des Vulkans Singgalan

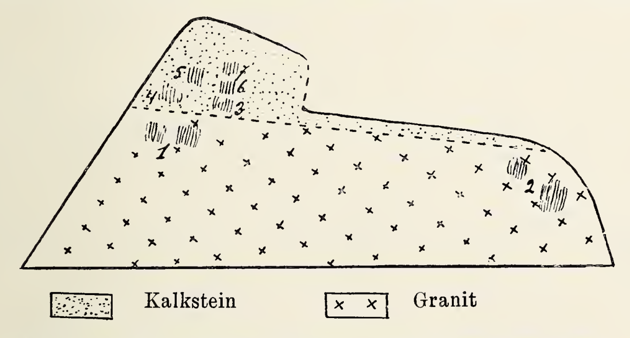


Fig. 2. Granit-Kalksteinkontakt westlich von Kota Tua.

zum Vorschein, gerade in der nordwestlichen Fortsetzung der Granite, Diabase, Gabbros, carbonischen Kalksteine und Mergel etc. aus der Umgebung des Sibumbungebirges und des Bukit Pandjang, wo das carbonische Alter der Kalksteine durch zahlreiche Funde von Fusulinen, Schwagerinen, Trilobiten und *Productus*-Arten, von VERBEEK festgestellt werden konnte. Beim Granitkontakt sind die Kalksteine kristallin und keine Versteinerungen wurden gefunden. Der Kontakt ist gut sichtbar in einer Steilwand am linken Ufer des Flusses Sianok, nahe vor der Mündung des auf dem Vulkan Singgalan entspringenden Flusses Limau und nahe nordnordöstlich

[1] G. A. F. MOLENGRAAFF, Geologische verkenningstochten in Centraal-Borneo. blz. 458. Leiden 1900.

[2] J. B. SCRIVENOR, The Rocks of Pulau Ubin and Pulau Nanas (Singapore). Quart. Journ. Geol. Soc. **66**. 1910. blz. 429. A. TOBLER, Voorloopige mededeeling over de Geologie van de Residentie Djambi. Jaarb. Mijnu. Ned. Indië. 1910. blz. 18. W. VOLZ, l. c.

[3] C. E. A. WICHMANN, Over gesteenten van het eiland Taliaboe (Soela eilanden). Versl. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Mei 1914. Deel XXIII.

[4] H. A. BROUWER, Over de Geologie der Soela eilanden (voorloopig reisbericht). Tydschr Kon. Ned. Aardr. Gen. 1915. No. 4.

von der Brücke am Wege nach Matur über den letztgenannten Fluß. Eine kurze Strecke stromauf von dieser Stelle sind porphyrische Granite mit sehr großen Feldspateinsprenglingen an der linken Uferwand sichtbar, die Gesteine in der Nähe des Kontaktes haben viel feineres Korn und sind viel weniger deutlich porphyrisch.

Die Granite.

Die granitischen Gesteine mit den sehr großen Feldspateinsprenglingen, die stromauf vom Kontakt vorkommen, enthalten diese bis einige Zentimeter großen Einsprenglinge in einem quarzreichen Mineralgemenge mit Feldspat und Biotit.

Mikroskopisch zeigen die Einsprenglinge die Eigenschaften des Mikroperthits. In Schnitten senkrecht zur stumpfen positiven Bisektrix des Orthoklases verlaufen die zahlreichen, stärker doppelbrechenden Albitschnürchen unter einem Winkel von ungefähr 58° mit den deutlichen Spaltrissen nach (001). In Schnitten senkrecht zur spitzen negativen Bisektrix zeigen die Albitschnürchen polysynthetische Zwillingsbildung, sie verlaufen hier ungefähr senkrecht zu den Spaltrissen. Abgerundete bis fast idiomorphe und auch unregelmäßig gebildete Quarzkriställchen, Biotit (z. T. in Chlorit umgewandelt), Muscovit und Erz (z. T. umgewandelt in Leukoxen) werden von den großen Feldspatkristallen umschlossen. Auch kommen unregelmäßige Äderchen in den Feldspaten vor, die aus einem Aggregat von sehr kleinen Quarzkriställchen bestehen.

Die mittelkörnige Grundmasse des Gesteins besteht aus Feldspat und denselben Mineralien, die schon als Einschlüsse in den großen Feldspatkristallen erwähnt wurden. Die Feldspäte der Grundmasse sind hauptsächlich saure Plagioklase, oft mit schwach zonarem Bau und polysynthetischer Zwillingsbildung. Bisweilen sind die Zwillingslamellen deutlich verbogen und auch die Aggregatpolarisation und undulöse Auslöschung des reichlich anwesenden Quarzes weisen auf starke Druckwirkung nach der Verfestigung des Gesteins. Eine schwache Sericitisierung der Feldspäte kommt häufig vor.

In Gesteinen mit weniger ausgeprägter porphyrischer Struktur, die in der Nähe der vorigen gesammelt wurden, fehlen die Plagioklase auch in der Grundmasse ganz. Biotit kommt in diesen Gesteinen fast gar nicht vor, die ursprünglichen dunklen Mineralien sind in hellen Glimmer und Chlorit umgewandelt.

Die granitischen Gesteine nahe beim Kontakt, die in der Steilwand gesammelt wurden (bei 1 und 2 in Fig. 2), zeigen makroskopisch eine viel weniger deutliche porphyrische Struktur, die Grundmasse ist viel feinkörniger und die Einsprenglinge sind kleiner; größere, makroskopisch deutlich sichtbare Quarzkristalle kommen nur in geringer Zahl in diesen Gesteinen vor. Mikroskopisch zeigen die Feldspateinsprenglinge z. T. polysynthetische

Zwillingsstreifung; zonarer Bau, oft mit Abwechslung von saureren und basischeren Zonen, kommt vor. Einige Plagioklase unter den Einsprenglingen wurden in Schnitten der symmetrischen Zone bestimmt als basischer Labrador und auch säurere Mischungen kommen vor, allein und in den zonaren Kristallen. In anderen Gesteinen wurden nur saurere Mischungen wahrgenommen. — Der Quarz bildet einige Einsprenglinge, aber kommt hauptsächlich in der Grundmasse vor. Eine Art granophyrische Verwachsung mit Feldspat (Orthoklas) ist sehr verbreitet. Die größeren Feldspat- und Quarzkristalle sind oft ganz von dieser Mineralverwachsung umsäumt und die Kristalle setzen sich dann mit gleicher optischen Orientierung in die Verwachsung fort. Außerdem kommen Quarz und Feldspäte als feinkörniges Mineralgemenge in der Grundmasse vor und in einigen der untersuchten Gesteine tritt die granophyrische Verwachsung sehr zurück. Die ursprünglichen dunklen Mineralien sind ganz in sekundäre Bestandteile (Chlorit, Epidot, Calcit), die auch in den Feldspäten vorkommen, umgewandelt. Bisweilen kommt Muscovit mit dem Chlorit verwachsen vor, Apatit ist in einigen Säulchen vertreten, während die Erzkriställchen z. T. in Leukoxen umgewandelt sind. In diesen Gesteinen kommen mehr oder weniger rundliche dunkle Partien vor, die feinkörnig und reicher an dunklen Bestandteilen sind wie das umschließende Gestein. Mikroskopisch zeigen sie sich viel reicher an Erz und verwitterten dunklen Mineralien. Die granophyrischen Verwachsungen von Quarz und Feldspat fehlen ganz, die Feldspäte sind in langen Leisten ausgebildet, die meistens keine polysynthetische Zwillingsbildung zeigen; hauptsächlich ist dieser Feldspat wohl Orthoklas. Calcit ist reichlich vorhanden, auch zusammen mit Chlorit als Umwandlungsprodukt der ursprünglichen dunklen Mineralien. Das Erz ist z. T. umgewandelt in Leukoxen. Durch die leistenförmige Ausbildung der Feldspäte nähert sich die Struktur denen der Diabase. Der Zusammenhang zwischen den granitischen Gesteinen mit großen Feldspateinsprenglingen und den Gesteinen in der Nähe des Kontaktes ist nicht genau bekannt geworden, es ist aber möglich, daß die letztgenannten Gesteine eine Art Randfazies darstellen, die feinkörniger und basischer ist als die erstgenannten Gesteine. Ob hier ein Beispiel endomorpher Kontaktmetamorphose vorliegt, muß vorläufig unentschieden bleiben.

Die kontaktmetamorphen Gesteine.

Die gesammelten Kalksteine in der Nähe und in einiger Entfernung der Granite sind alle kristallin, in der Nähe des Kontaktes kommen Gesteine vor, die reich sind an schönen, makroskopisch sichtbaren Kontaktmineralien (Granat, Vesuvian). Sehr nahe am Kontakt wurden die zahlreichen Kontaktmineralien in den Kalksteinen nicht wahrgenommen. Nicht alle Gesteine am Kontakt

sind metamorphe Kalksteine, auch wurden quarzreiche Hornfelse angetroffen, die oft Epidot und auch Feldspat enthalten (bei 4 in Fig. 2). Obwohl der direkte Kontakt in der Steilwand überstürzt war, so sind doch die unten zuerst beschriebenen kristallinen Kalksteine gewiß nicht viel mehr wie ein Dezimeter vom Kontakt entfernt.

Diese kristallinen Kalksteine sehr nahe beim Kontakt sind dort, wo die untersuchten Gesteine gesammelt wurden (bei 3 in Fig. 2), makroskopisch graulichweiß gefärbt, ohne sichtbare Kontaktmineralien. Mikroskopisch sieht man ein mehr oder weniger schiefriges Aggregat von größeren und kleineren Calcitkristallen, von denen die größeren unregelmäßig begrenzt sind, sie zeigen oft zwei Systeme von polysynthetischen Zwillingslamellen. Neben Calcit kommt etwas Quarz und ziemlich viel mikroskopisch farbloser Augit vor. Sehr kleine Erzkriställchen und deren bräunliche Verwitterungsprodukte sind sehr untergeordnet. Augit und Quarz werden von den größeren Calcitkristallen umschlossen, auch kommen sie zwischen diesen vor; auch wurde ein kleiner Augitkristall in Quarz eingeschlossen angetroffen.

Die Hornfelse, die auch sehr nahe beim Kontakt vorkommen (bei 4 in Fig. 2) und wohl aus, mit den Kalksteinen vergesellschafteten, kalkarmen Gesteinen hervorgegangen sind, sind z. T. Gesteine, die sich makroskopisch als fast nicht kristallin und fein gebändert, mit Abwechslung von weißen und grünen Schichten, erweisen. Mikroskopisch tritt diese Abwechslung auch deutlich dadurch hervor, daß die grünen Bänder sehr reich sind an Chlorit und weniger Epidot, während die anderen viel ärmer an diesen Mineralien sind. Kleine, mehr oder weniger idiomorphe farblose Granatkriställchen kommen zerstreut in diesen Gesteinen vor.

Die farblosen Mineralien sind Quarz und Feldspat. In den Partien, die arm sind an dunklen Mineralien, kommen auch Feldspateinsprenglinge vor, in denen oft polysynthetische Zwillingslamellen wahrgenommen wurden; sie gehören zu sauren Plagioklasen und zu Orthoklas. In dem feinkörnigen Mineralgemenge wurde nur ausnahmsweise polysynthetische Zwillingslamellierung wahrgenommen, Plagioklase scheinen hier unter den Feldspäten nur sehr wenig vorzukommen. Ganz in der Nähe der oben beschriebenen Gesteine kommen auch, schon makroskopisch, wie Hornfelse aussehende Gesteine vor; sie zeigen grüne Farbe, sind deutlich kristallin und eine Bänderung ist makroskopisch nicht wahrnehmbar. U. d. M.[1] zeigen sie eine schiefrige und keine gebänderte Struktur, Feldspat ist nur in geringer Menge vorhanden; die Gesteine bestehen hauptsächlich aus Quarz und parallel geordnetem braunem Biotit, der zum größten Teil in grünen Chlorit umgewandelt ist. Der Chlorit in den oben beschriebenen Gesteinen ist also auch sehr wahrscheinlich hervorgegangen aus ursprünglichem Biotit.

---

[1] Unter dem Mikroskop.

Neben Chlorit und Biotit kommt auch etwas, mikroskopisch farbloser Epidot vor und größtenteils in Leukoxen umgewandeltes Erz. Auch kleine, z. T. idiomorphe und mikroskopisch farblose Granatkriställchen wurden wahrgenommen.

In den oben beschriebenen Hornfelsen kommen schmale, unregelmäßig verlaufende Äderchen vor, die ganz mit Pistazit, Zoisit und weniger Quarz ausgefüllt sind.

Etwa 1 m höher wie die oben beschriebenen Hornfelse (bei 5 in Fig. 2) wurden dickbänkige kristalline Kalksteine gesammelt, die den oben beschriebenen kristallinen Kalksteinen ähnlich sind. In diesen Gesteinen kommt aber rotbrauner Granat vor, granatreichere Partien scheinen schichtförmig mit granatarmen bis -freien Partien zu wechseln. Mikroskopisch kommt auch in den Gesteinen neben den größeren, oft polysynthetisch verzwillingten und den dazwischen liegenden kleineren Calcitkristallen ziemlich viel farbloser Augit vor. Die Gesteine haben eine ausgesprochen schiefrige Struktur. Auch Quarz und Mineralien der Epidotgruppe (hauptsächlich Zoisit) nebst bräunlichgelbe eisenreiche Umwandlungsprodukte kommen in geringer Menge vor. Die Granatkristalle sind mikroskopisch farblos und zeigen keine optischen Anomalien. Sie sind oft unregelmäßig begrenzt, isolierte Calcitfragmente und Augit kommen als Einschlüsse vor. Sehr oft werden die Granatkristalle von zahllosen, unregelmäßig verlaufenden Calcitäderchen durchsetzt, und eine beginnende Umwandlung in ein chloritisches Produkt wurde beobachtet.

In mehr rötlich gefärbten kristallinen Kalksteinen (bei 6 in Fig. 2) wurden die oben genannten Kontaktmineralien auch mikroskopisch nicht wahrgenommen. Einige Quarzkriställchen kommen in der Calcitmasse vor, während die rötliche Farbe von eisenreichen Verwitterungsprodukten herrührt. Auch in diesen Gesteinen zeigt der Calcit oft polysynthetische Zwillingsbildung.

Sehr schöne weiße kontaktmetamorphe Kalksteine, die feinkörniger sind als die oben beschriebenen, aber viel reicher sind an Kontaktmineralien, kommen noch etwa 1 m höher vor (bei 7 in Fig. 2). Die Kristalle von braunrotem Granat und grünlichem Vesuvian sind sehr zahlreich, auch gelbe Epidotkriställchen kommen vor, bisweilen ist in den Gesteinen noch eine Art Schichtung wahrnehmbar. Die Verwachsung von Vesuvian mit Granat ist in einigen Kristallen schon makroskopisch wahrnehmbar. An einigen Stellen sind die Granate in den Kalksteinen stark angehäuft und Partien von massivem Granatfels kommen vor.

Mikroskopisch werden in einer, meistens feinkörnigen bis sehr feinkörnigen, Calcitmasse sehr zahlreiche Kontaktmineralien wahrgenommen. Außer aus Calcit sind die Gesteine aus Granat, Vesuvian, Pistazit und Zoisit, Augit und Quarz zusammengesetzt. In einigen der untersuchten Gesteine ist eine schiefrige Struktur deutlich wahrnehmbar.

Der Granat ist mikroskopisch farblos und optische Anomalien fehlen den meisten Kristallen ganz. Die Kristalle sind meistens nicht idiomorph, bisweilen skelettähnlich ausgebildet. Die Calcitmasse dringt von der Peripherie in die Kristalle ein, und zahlreiche feine, mit Calcit ausgefüllte Äderchen kommen oft in großer Menge vor; auch isolierte Calcitfetzen werden umschlossen. In einigen Granatkristallen wurde an Rissen entlang eine beginnende Umwandlung in ein schwach doppelbrechendes chloritähnliches Mineral beobachtet. Zonarer Bau wurde in den Granaten nicht wahrgenommen, einige Kristalle zeigen Anomalien (Rhombendodekaedertypus wurde beobachtet). Auch Augitkriställchen und Quarz werden von den Granaten umschlossen.

Auch der Vesuvian ist mikroskopisch farblos und z. T. in der Prismazone idiomorph ausgebildet. Eine prismatische Spaltbarkeit war in einigen Kristallen wahrnehmbar, die Kristalle löschen gerade aus und sind schwach doppelbrechend, die Längsrichtung ist negativ. In einigen Schnitten wurde im selben Kristall eine wechselnde Doppelbrechung beobachtet, der Kristall löscht einheitlich und gerade aus, aber sehr schwach und weniger schwach doppelbrechende Partien, beide mit optisch negativem Charakter, greifen zungenförmig ineinander. Auch zonarer Bau mit abwechselnden schmalen Schalen von verschiedener Doppelbrechung wurde in einigen Kristallen beobachtet. Wie die Granatkristalle sind auch die Kristalle von Vesuvian oft sehr unregelmäßig bis skelettähnlich begrenzt, die Calcitmasse dringt in die Kristalle ein oder isolierte Fragmente werden umschlossen und bisweilen sind Teile eines selben Kristalls durch Calcit ganz voneinander geschieden. Manche Vesuviankristalle werden auch von zahllosen, mit Calcit ausgefüllten Äderchen durchsetzt. Wie der Granat enthält auch der Vesuvian bisweilen Augitkriställchen eingeschlossen. Verwachsungen von Granat und Vesuvian sind nicht selten, die Kristalle sind einfach, mit unregelmäßig verlaufender Grenzlinie aneinandergewachsen oder der eine wird teilweise vom anderen umschlossen. Auch kommen derartige Verwachsungen von Vesuvian mit Quarz vor. Auch wurde ein Granatkristall beobachtet, der ganz von einem Vesuviankristall umschlossen war.

Der Augit ist mikroskopisch farblos, die Schnitte zeigen Auslöschungen bis 45°. Auch diese Kristalle sind oft unregelmäßig begrenzt, sie kommen zerstreut in den Gesteinen vor, aber bisweilen häufen sie sich zu Verwachsungen von vielen Augitkristallen an. Wie schon erwähnt, kommt der Augit auch in Granat und Vesuvian eingeschlossen vor.

Pistazit und Zoisit sind wie die oben erwähnten Mineralien auch mikroskopisch farblos und sind oft im selben Kristall vereinigt. Die stärker und schwach doppelbrechenden Teile des Kristalls gehen gleichmäßig ineinander über. Zum Teil sind die

Kristalle unregelmäßig begrenzt, z. T. sind sie säulenförmig oder in Säulenaggregaten ausgebildet. Sie zeigen nur geringe Auslöschungsschiefen bis gerade Auslöschung und eine Querabsonderung ist manchmal gut entwickelt.

Das Entstehen der sehr silikatreichen kontaktmetamorphen Kalksteine kann schwerlich durch einfache molekulare Umlagerung erklärt werden, denn die Beschaffenheit der, wie sehr reine Kalksteine oder Marmore aussehende Gesteine in weiterer Entfernung des Kontaktes scheint eine sehr gleichmäßige zu sein, so daß man dasselbe für die ursprüngliche Zusammensetzung der Kalksteine in der Nähe des Kontaktes vermuten darf.

Ganz analoge Kontakterscheinungen kommen in den Kalksteinen des Sibumbungebirges (Sumatras Westküste) vor, die ich in einer der folgenden Mitteilungen näher beschreiben werde; hier sind die kontaktmetamorphen Gesteine durch einen Gehalt an Kupfererzen gekennzeichnet und wir betrachten die oben genannten Silikate und diese Erze als entstanden durch eine Stoffzufuhr aus den intrusiven Graniten. Die Tatsache, daß sowohl bei Kota Tua als im Sibumbungebirge die sehr silikatreichen metamorphen Kalksteine nicht an direkten Kontakt gebunden sind, ist bei einer derartigen Stoffzufuhr verständlich. Bei der Bildung der feldspathaltigen Hornfelse kann auch eine pneumatolytische Stoffzufuhr aus dem granitischen Magma stattgefunden haben und vielleicht sind die Bänder mit porphyrischen Feldspäten und wenig dunklen Mineralien zu vergleichen mit den schichtförmigen Apophysen von granitischem Material in den Feldspathornfelsen von Rokan [1]. Bei der Feldspatbildung wurden dann in den letztgenannten Gesteinen, die schon ursprünglich viel Al und Kieselsäure enthielten, besonders die zugeführten Alkalien aus dem granitischen Magma gebunden, während durch die Kalksteine besonders Al (Fe) und Kieselsäure festgehalten wurden.

Was die Beschaffenheit der granitischen Gesteine am Kontakt betrifft, so sind diesen Gesteinen an erster Stelle gewisse Struktureigentümlichkeiten eigen; die Gesteine sind feinkörniger und granophyrische Verwachsungen von Quarz und Orthoklas kommen häufig vor. Übrigens scheint die Zusammensetzung der Gesteine am Kontakt, besonders was die Basizität der Plagioklase betrifft, schon in geringer Entfernung einigermaßen zu schwanken. Ob die Gesteine am Kontakt als eine, durch magmatische Differentiation entstandene, basischere Randfazies der granitischen Gesteine mit großen Feldspateinsprenglingen betrachtet werden dürfen, oder auch Kalkaufnahme aus den angrenzenden Kalksteinen bei den Veränderungen am Kontakt mitgewirkt hat, konnte noch nicht mit Gewißheit entschieden werden.

[1] H. A. Brouwer, Über einen Granitkontakthof etc. l. c.

Zur Körpertemperatur der Pterosaurier.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Unsere neueren Erfahrungen über den Körperbau der hochspezialisierten Pterodactylen und namentlich Abel's neuer Rekonstruktionsversuch von *Pteranodon*[1] geben uns neue Anhaltspunkte für die Beurteilung der Frage, ob dies warmblütige oder „kalt“blütige Tiere gewesen seien.

Schon Haeckel und Seeley haben, letzterer hauptsächlich infolge des auf relativ sehr kräftige Energie weisenden, vogelähnlichen Hirnbaues bei den Pterosauriern warme Bluttemperatur angenommen, doch mußte diese Annahme infolge der Beobachtung des mangelnden Körperschutzes dieser Tiere sowie der damit verbundenen großen Wärmeausstrahlung fallen gelassen werden.

Die Paralysierung der eventuellen großen Wärmeausstrahlung ist nun der Punkt, wo unsere Erörterung einsetzt.

Abel hat bei seiner Rekonstruktion von *Pteranodon* auf vier Punkte gewiesen:

1. Auf den großen Rachen und Gesichtsschädel, dem sich dann höchst wahrscheinlich noch ein großer Kehlsack anschloß und der eine kolossale Entwicklung des Halsskelettes und Flugapparates nach sich zog.
2. Auf den auffallend kleinen Körper, in dem vielleicht nicht einmal für einen wohlentwickelten Verdauungsapparat Platz war.
3. Auf die Tatsache, daß *Pteranodon* in den Lüften nicht flatterte, sondern segelte, weshalb er beim Fliegen fast gar keine Energie verbrauchte.
4. Daß sich dieses Tier wahrscheinlich über der Meeresfläche aufhielt, womit sich naturgemäß eine aus Meerestieren bestehende, also hochwertige Nahrung verbindet.

Betrachten wir den ersten dieser Punkte, so ergibt sich, daß der ungeheure Rachen und der Kehlsack jedenfalls einen Zweck hatten, denn sonst hätten sie sich nicht entwickelt, und dieser Zweck kann offenbar nur darin bestanden haben, möglichst viel Nahrung zu ergreifen. *Pteranodon* war also trotz seines auffallend kleinen Körpers ein Vielfraß, und wenn es auch richtig ist, daß dasselbe bei den meisten jetzt lebenden, Fische-fressenden Vögeln der Fall ist, z. B. bei dem Eisvogel, so ist die Disproportion zwischen Körper und Rachen bei *Pteranodon* unvergleichlich größer als bei allen Fische-fressenden Wasservögeln. Ein weiterer Unterschied

[1] Die Arbeit erschien unter dem Titel: O. Abel: „Die Lösung des Flugproblems bei den Tieren der Vorzeit“ in der Wochenschrift der Wiener Urania, Nummer vom 20. Mai 1916 (4 Figuren im Texte).

zwischen dem Eisvogel und *Pteranodon* besteht darin, daß ersterer fast im Schwirrfluge die Luft durchschneidet, also hierbei viel Muskelarbeit leistet, d. h. mit anderen Worten, viel frißt, aber auch viel Energie verbraucht, während der durch die Lüfte segelnde *Pteranodon* dies nicht tat.

Die Frage, die sich nach allen diesen Beobachtungen unwillkürlich aufdrängt, ist die: Wozu hat *Pteranodon*, der einen so kleinen Körper hatte, die im Wege reichlicher Nahrung dem Körper zugeführte Energiemenge überhaupt benötigt? Irgendwo ist die Nahrung doch verwendet worden, und da ist denn der Gedanke naheliegend, daß dies eben dazu geschah, um die Körpertemperatur trotz ihrer, infolge mangelnder Schutzvorrichtung großen Wärmeausstrahlung konstant auf einer gewissen Höhe zu erhalten.

Die auffallende Verkleinerung des Körpers von *Pteranodon*, die vom rein mechanischen Standpunkte vollkommen unmotiviert erscheint, erscheint bei dieser Annahme bloß als ein Versuch, den sonstigen Stoffwechsel zugunsten der Wärmeerzeugung auf ein Minimum zu reduzieren, mit einem Wort, als ein Versuch, einen möglichst großen Teil der Nahrung zu Wärmeerzeugung zu verwenden. Bei diesem Punkte weisen wir wieder auf die Tatsache hin, daß auch heutzutage in kälteren Gebieten kleinere Reptilien leben als in wärmeren. Alle diese Tatsachen hängen in letzter Instanz naturgemäß wieder mit der bei Reptilien unvollkommenen Trennung des arteriellen und venösen Blutes zusammen, was ungünstigere Oxydationsbedingungen hervorruft.

In der eigentümlichen Art, wie *Pteranodon* nach unserer Annahme das Problem einer erhöhten Körpertemperatur gelöst hat, kann man gleichzeitig auch die Ursache des Aussterbens dieses unzweifelhaft im Mesozoicum ohne Wettbewerb die Luft beherrschenden Flugtieres erblicken, denn das Erzielen einer erhöhten Körpertemperatur durch Erhöhung der Nahrungsaufnahme bei gleichzeitiger Verringerung des nackten, daher konstant intensiv Wärme ausstrahlenden Körpers, involviert einen inneren Widerspruch, der zum Erlöschen der diese Entwicklungsrichtung einschlagenden Formen führen mußte.

Im Gebisse der Orthopoden haben wir bereits einen Fall konstatiert, wo die Spezialisierung einer Form deshalb ihr Erlöschen herbeiführte, weil sie auf unökonomischer Basis erfolgte, bei *Pteranodon* liegt offenbar ein zweiter analoger, jedoch noch viel drastischerer Fall vor.

Wien, 29. April 1916.

Gerdalepis Rhenanus nov. gen.

Pterichthys Rhenanus Beyrich, Traquair, Smith-Woodward.
Asterolepis Rhenanus Jaekel, Hoffmann.

Von **Guido Hoffmann** in Riederau a. Ammersee.

Mit 3 Textfiguren.

Zur Erörterung des Namens verweise ich der Kürze halber auf meinen Beitrag in dies. Centralbl. 1909, p. 491 ff. Jaekel benannte unsere Form nur deswegen *Asterolepis*, weil er die Einteilung in Gattungen, wie Traquair sie auf Grund seines reichen Materials gewählt hatte, aus unerörterten Gründen nicht anerkennen wollte, während ich damals nach Prüfung des berühmten Objektes unter Übernahme der Traquair'schen Systematik einen typischen *Asterolepis* gefunden zu haben glaubte.

Die Rücksicht auf den einzigen in Deutschland gefundenen und den einzigen ganz erhaltenen Rumpfpanzer ließ es damals geboten erscheinen, bei der Untersuchung so vorzugehen, daß das Stück der Berliner Schausammlung nicht beschädigt wurde. Wie ich mich aber bei meinen Eifelwanderungen vor einigen Jahren überzeugen konnte, hat der Hauptlehrer Dohm in Gerolstein mehrere ganz erhaltene Rumpfpanzer gefunden, die beim Verkauf seiner Sammlung nach Bonn gekommen sind. Bei meinen wieder aufgenommenen Studien an dem russischen Material aus dem Timangebirge, das Tschernyschew von seiner Uralreise mitgebracht hatte, fand ich, daß über die Gattungen und Arten der Asterolepiden und Bothriolepiden noch nicht das letzte Wort gesprochen ist und daß bei einer geologischen Untersuchung des dortigen Devon für die Systematik der Placodermen überhaupt ganz bedeutsame Einsichten zu erwarten sind.

Zu einer nochmaligen Prüfung des Berliner Objektes bewogen mich besonders die Umstände, daß in Gerolstein Mitteldevon ansteht, daß Traquair seinen *Asterolepis maxima* ins Oberdevon, seinen *Pterichthys* ins Mitteldevon und seine Bothriolepiden ins Oberdevon stellt, und nicht zu mindest, daß *Pterichthys* eine Übergangsform von *Asterolepis* zu *Bothriolepis* vorstellen soll. Besonders anregend wirkte die Tatsache, daß nur die Gerolsteiner Funde ganz erhalten sind und uns die Körperform dieser Tiere verraten. Sollte das morphologische Gründe haben? Es wäre billig gewesen, hier mit neuen Ideen und Theorien, die immer mehr oder weniger grau bleiben, auf den wissenschaftlichen Markt zu treten. So blieb mir nichts anderes übrig, als unserem berühmten Funde weniger schonungsvoll zu Leibe zu gehen.

Der Erfolg war überraschend. Es stellte sich heraus, daß wir es in Gerolstein mit einer Zwischenform von *Asterolepis* zu *Pterichthys* zu tun haben, mit einer phylogenetischen Erscheinung, die nicht nur die Abstammung des *Pterichthys* von Asterolepiden-

formen beweist, sondern auch verrät, wie diese Entwicklung vor sich gegangen ist und — weshalb die Gerolsteiner Funde ganz erhalten sind.

Wenn man die Systematik Jaekel's auf den Kopf stellt und die von ihm gezeichneten, aber nie gesehenen, seiner Systematik zuliebe entdeckten Platten von *Ast. Rhenanus* in das Reich der Fabel verweist, so bestätigt sich der Satz, daß die Erlangung größerer Beweglichkeit mit höherer Differenzierung Hand in Hand geht. Somit muß *Coccosteus* von Asterolepiden und nicht umgekehrt, wie Jaekel behauptet, *Asterolepis* von Coccosteiden abstammen. Schon die Verkümmerung des hinteren Schultergürtels von *Coccosteus* genügt allein, um Jaekel ad absurdum zu führen. Wenn er nur das Postnuchale bei seinen Reproduktionen, so wie er selbst es gefunden hat, uns mitgeteilt hätte! (Vermutlich hat er es für eine abgebrochene Spitze des Nuchale gehalten.)

Alle deszendenztheoretischen Betrachtungen über Asterolepiden haben, das möchte ich ausdrücklich festgestellt haben, nur paläontologischen Anregungswert. Sie sind nur ein rein vergleichendes Anschauungsergebnis, da uns für exakte wissenschaftliche Systematik die geologisch-stratigraphischen Unterlagen fehlen.

In aller Kürze möchte ich bei dieser Gelegenheit feststellen, daß Traquair seinen *Asterolepis maxima* zugleich mit *Bothriolepis major* in das Oberdevon verlegt (1906, p. 76) (The original specimen is said to have kome from Boghole — ! — not a single remnant of any species of *Bothriolepis* has ever been found in the *Asterolepis*-bearing beds at Nairn! — it remains, however, for the Geological Survey to settle the stratigraphical relationship of the beds — !). Die *Asterolepis* bearing beds sind also höchst wahrscheinlich älter; und wer weiß, welche Horizonte sich in einem Knochenbed befinden?

Ebenfalls nach Traquair sollen die Pterichthyer im Mitteldevon vorkommen (1906, p. 95): . . . as yet only been found in the Middle Old Red of Scotland (Orcadian Series) and in the Middle Devonian of Germany (*Pterichthys Rhenanus*). Letzteres paßte ihm natürlich in seine Theorie! Nun fehlt aber in Schottland im Süden das ganze Mitteldevon, im Norden das Obere Mitteldevon. Und die Knochenreste werden sich in der Basal-Breccie der Transgression, also im Unteren Oberdevon, befinden. Es ist demnach sehr fraglich, ob er aus dem Mitteldevon stammt. Nehmen wir also die Grenze von Mittel- und Oberdevon an. Was von *Pter. Rhenanus* zu halten ist, werden wir ja gleich sehen.

In den Baltischen Provinzen kommt nun *Asterolepis* (die Knochenplatten sind durch Transporte angegriffen!) im Unteren Mitteldevon vor und *Bothriolepis* im Oberdevon. So berichtet auf

Grund der vorliegenden Angaben FRECH: Lethaea pal. I. Teil. 2. p. 232.

Wenn das richtig ist, was erst noch ein Fachmann an Ort und Stelle prüfen müßte, kann das englische Bone bed, in dem kein *Bothriolepis* vorkommen soll, aufgearbeitetes Unteres Mitteldevon sein, dann ist *Asterolepis maxima* eine späte Asterolepidenform, und *Gerdalepis Rhenanus* steht im Mittleren Mitteldevon, paläontologisch gesprochen, an richtiger Stelle. Aber — niemand hat ihn bisher im Lager gefunden. Der einzige, der uns Kunde geben könnte, ist DOHM in Gerolstein, und der teilte mir mit, daß die Fischreste vom Mühlberg stammen. Nach Einsicht in die Gerolsteiner Funde in der Geol. Landesanstalt, in der Bergakademie und in DOHM's neueste Funde scheint die Verwitterungsschicht unseres Originals der Kalksteinschicht zu entsprechen, welche den Crinoidenschichten gleichgestellt wird. Ob das zu Recht geschieht, müßte noch geprüft werden!

Eine noch höher differenzierte Form ist der von TRAQUAIR unlogischerweise zwischen *Pterichthys* und *Bothriolepis* gestellte *Microbrachius* aus dem John o'Groats' sandstone, der nach FRECH Mitteldevon sein soll. *Bothr. Canadensis* kommt nun wirklich im Oberdevon vor. Bei einer Prüfung des deutschen Sammlungsmaterials entdeckte ich aber, daß dort auch höher differenzierte (wie *Microbrachius*) Formen vorkommen. Ist nun das englische Lager des *Microbrachius* wirklich kein Oberdevon?

Im Timangebirge, Nordwest-Rußland, kommen in einem Knochenbette (Mittleres Oberdevon?) sämtliche Asterolepiden, also auch Bothriolepiden, vor. *Bothriolepis major* aber und andere kommen in einer tieferen Fazies vor.

Die bisher also rein paläontologische Systematik gründet sich auf den Knochenüberlagerungen. Eigentümlich ist dabei, daß, je komplizierter die Überlagerungsverhältnisse werden, desto mehr Kanten in der Längsachse am Rumpfpanzer auftreten. Zugleich werden auch die pektoralen Flossenstacheln länger und beweglicher, und das Distalglied derselben verwächst zu einem festen Spieß [1]. Mit anderen Worten: Aus der bodenständigen Form wird ein Freischwimmer, indem der Panzer sich rundet und der Hinterleib beweglicher wird. Wir haben an Hand der historisch-geologischen Tatsachen allen Grund, an eine solche Entwicklung zu glauben. Infolgedessen sind die Knochenüberlagerungsverhältnisse vorläufig eine systematisch gut zu wertende Erscheinung. Bei den bisher bekannten Formen kam nur in Betracht, ob das Nuchale die Scapula und Postscapula, also die Dorsolateralplatten, überlagert oder von der Postscapula (*Bothriolepis* und *Pterichthys*) überlagert wird. Bei *Microbrachius,* dem einzigen Fundobjekt, über-

---

[1] Vergl. meine Studie. Palaeontographica. 1911.

lagert die Scapula am hinteren Ende ebenfalls das Nuchale. Dieses Überlagerungsverhältnis habe ich nun bei einigen kanadischen Bothriolepiden, die unter dem Namen *Bothr. Canadensis* in den Sammlungen liegen, und bei einem *Bothriolepis* aus dem Timangebirge gefunden. Der Name *Microbrachius* ist aber nicht statthaft, da diese Formen in viel höherem Lager liegen und besonders lange Pektoralstacheln haben. Ich möchte sie *Macrobrachius* taufen und sie (von jetzt ab gerechnet) vor die Bothriolepiden stellen.

Wir werden also noch viele marine und brackische Formen

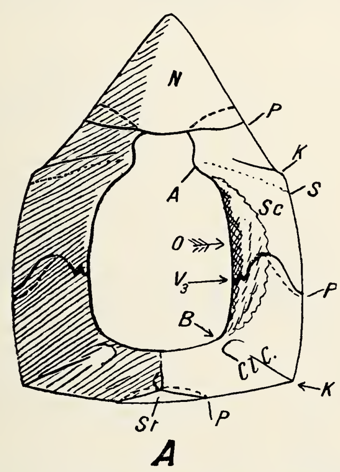


Fig. A. *Gerdalepis Rhenanus*, von vorn gesehen (ohne Kopf).

Zeichen-Erklärung (für alle Figuren gültig).

.... Die gestrichelten Linien bezeichnen die überlagerten Plattengrenzen.

~~~~~~ Die gewellten Linien bezeichnen und begrenzen die tuberkulierte Fläche.

N = Nuchale. P = Plattengrenze. K = Kante. S = Schleimkanal. Cl-C = Clavicula-Coracoid. Sc = Scapula. B = Basis der Pektoralstacheln. $V_{1, 2, 3}$ = Verzahnungen. O = Opercularfeld. A = Artikulationsstelle des Kopfes. St = Sterium. M = Mundsaum. P Cl-C = Postclavicula-Coracoid. P N = Postnuchale. P Sc = Postscapula.

aus den verschiedensten devonischen Stufen der verschiedenen Gegenden zu erwarten haben.

Die Form von *Gerdalepis Rhenanus* ist eine ausgesprochen dreikantige, wie sie, nach den Bruchstücken zu urteilen, auch *Asterolepis* und *Pterichthys* gehabt haben müssen. Durch eine ausgeprägte Kante ist die schön oval umgrenzte Ventralseite von der Dorsalseite abgehoben. Die Kante verläuft vom Kopf (Unterkiefer-
~~~~~~

region) bis zur Schwanzregion und wird nur von der Artikulationsbasis der pektoralen Flossenstacheln unterbrochen. Eine dritte Kante verläuft in der Mittelachse des Körpers über das ungewöhnlich hoch gebuckelte Nuchale und Postnuchale. Man darf mit Sicherheit annehmen, daß sie bei dieser Form auch noch über das notwendig gebuckelte Occipitale medium läuft. Eine vierte und fünfte Kante nun beginnt an der Kopfartikulationsbasis und läuft über die ganze Scapula, bis sie in der Postscapula verschwindet. Man redet in diesem Falle von einer beginnenden Kantenbildung. Denn bei Bothriolepiden ist diese Kante auf Kosten

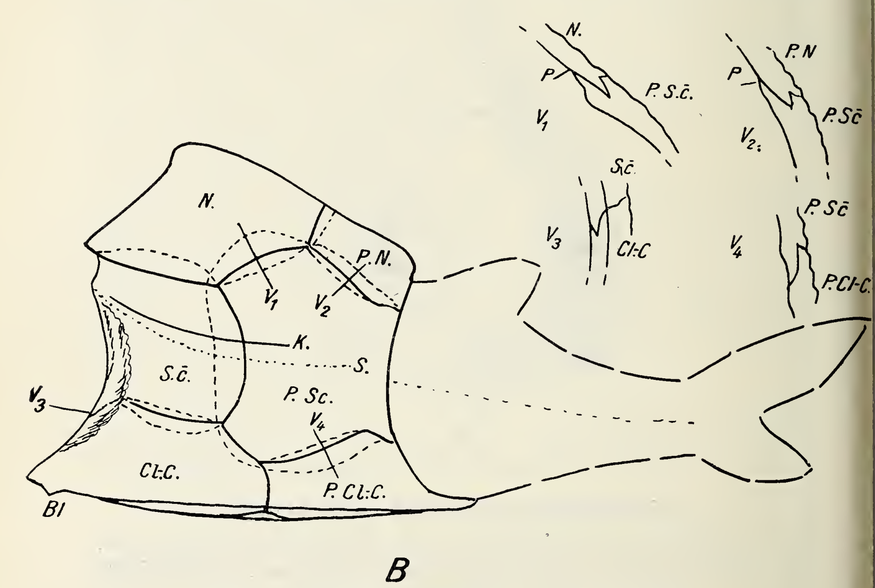


Fig. B. *Gerdalepis Rhenanus*, von links gesehen.

der medianen Nuchalkante derartig ausgeprägt, daß die Dorsalpartie zwischen ihnen fast flach bis ganz flach wird und die Flanken unterhalb dieser Kanten zur Ventralseite gehören. Infolgedessen ist bei *Bothriolepis* der Kopf flach und sehr breit. Bei unserer Form dagegen ist der Kopf, wie aus der Vorderansicht zu schließen, hoch und schmal. Hinter der Wangenregion, also hinter dem Operculum, wo die Kiemen heraustraten, zeigen Scapula und Clavicula-Coracoid gemeinsam ein glattes und mit Haut oder Sehnenbändern bewachsenes Feld, die Kiemenregion am Thorax.

Die Knochenplatten sind hier fast verwachsen und sowohl in ebener Begrenzung als auch im Querschnitt, dem Überlagerungsverhältnis, regelrecht verzahnt (V_3). Auf der Seiten-

ansicht selbst läuft eine leichte Verzahnung hin. Schon die schwache Ausbiegung auf der Grenzlinie der Scapula wies darauf hin. Noch schwächer ist die Postscapula mit dem Postclavicula-Coracoid verzahnt (V_4). Stärker und regelrecht verzahnt oder verschränkt sind auch Postscapula und Postnuchale (V_2). Ganz besonders beachtenswert aber ist die Verzahnung bei V_1. Man muß hier eigentlich von einer Verschränkung reden. Wie bei V_2, so suchte ich auch hier der Ausbiegung des P Sc auf den Grund zu kommen. Ich erinnere daran, daß Traquair den Satz vertrat, daß die Ausbiegung einer Knochenplatte eine Überlagerung verrät. Auf Grund dieser Anschauung stellte er unbesehen unsere Form zu den Pterichthyern. Damals erkannte ich aber (dies. Centralbl. 1906) an der oberen Begrenzung der Knochenplatte, daß unsere Form ein *Asterolepis* im Sinne Traquair's sein müsse. Nach dem jetzigen Befunde muß ich mich aber dahin entscheiden, daß *Gerdalepis* dem *Asterolepis* als dem *Pterichthys* etwas näher steht und auf dem besten Wege ist, ein letzterer zu werden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die leichten Verzahnungen bei V_2, V_3 und V_4 nur Hilfsmittel sind, um dieses kritische Stadium, dieses Anstreben größerer Beweglichkeit gefahrlos zu überwinden. Ob dazu die planen Verzahnungen in der Längsachse der Ventralseite dienten, ist schwer zu entscheiden.

Fig. C. *Gerdalepis Rhenanus*, von unten gesehen.

Zum Schluß sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß der Schleimkanal, den wir damals als ein statisches Organ angesprochen haben, in dem hinteren Teil der P Sc vor der inneren, von oben nach unten verlaufenden Verdickung in der Knochenplatte verschwindet. Dort muß der Rumpf am Panzer gesessen haben, dort mußte er auf die Körperwandung übergetreten sein.

Ob die Clavicula-Coracoide sich auf der Ventralseite alternierend überlagern, wie ich das bei einem Bothriolepiden (?) im

Timangebirge gefunden habe, wissen wir nicht, auch nicht, welcher Gestalt und Länge die Pektoralstacheln und welcher Form die Kopfplatten waren. Nur eins glaube ich zu wissen, daß das Occipitale medium wie bei *Asterolepis* von Artikulationsbasis zu Artikulationsbasis quer von jenem Schleimkanal oder Sehnenband überlaufen wurde.

Daß ich unsere Wissenschaft mit einem neuen Gattungsnamen belastet habe, bitte ich zu entschuldigen. Die Namen *Asterolepis* und *Pterichthys* waren in Schottland und Kurland vergriffen und passen, wenn wir Gattungsmerkmale durchführen wollen, nicht mehr auf unsere marine Tiefenform[1].

Besprechungen.

A. Philippson: Der französisch-belgische Kriegsschauplatz. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1916. 92 p. Mit 3 Tafeln.

Der Verf. hat in dem vorliegenden Büchlein einen gleichnamigen ausführlichen Aufsatz in der „Geographischen Zeitschrift" in leichtverständliche Form gebracht, so daß der Inhalt für alle gebildeten Kreise, besonders auch für Teilnehmer des Feldzuges im Westen, leichter lesbar geworden ist. Die Lektüre des vorzüglich geschriebenen Werkchens fesselt den Leser und nicht zuletzt den Geologen. Wird doch von dem Verf. die wirtschaftliche Bedeutung und Entwicklung der einzelnen Landschaften und ihrer Teile, ebenso wie ihre Geschichte auf die hier in breiten Zügen vorhandene geologische Struktur zurückgeführt. Auch die Vorgänge, welche sich im Laufe des gegenwärtigen Krieges bisher hier abgespielt haben, sind stark von den Landschaftsformen und der Struktur des Bodens geleitet worden. Auch nach Ansicht der Herausgeber dieses Centralblattes dürfte daher ein ausführlicheres Referat besonderem Interesse begegnen.

Der große Stellungskampf der deutschen Westfront hat die geographischen und geologischen Verhältnisse eines breiten Landschaftsstreifens von der Nordseeküste bis zum Schweizer Jura in den Mittelpunkt des allgemeinsten Interesses gerückt. Die erfolgreiche, große, gegen Westen gerichtete deutsche Offensive zum

[1] Über die Bewegungsmöglichkeiten dieser Formen habe ich mich in „Organisation der Bothriolepiden" — Palaeontographica 1916 ausführlich geäußert.

Beginn des Krieges hat den Kriegsschauplatz mit Ausnahme unbedeutender Gebiete im Süden dauernd in Feindesland getragen, und zwar in ein Gebiet, welches nur wenigen durch eigene Anschauung bekannt ist, über dessen orographische Gliederung, Gesteinsentwicklung, dessen Klima, Verkehrsverhältnisse und dessen Rolle in früheren historischen Begebenheiten sich heute viele genauer orientieren möchten.

Das gigantische Völkerringen, in dem Deutschland aus der politischen Defensive gegen die Koalition seiner großen Nachbarn hier in die militärische Offensive hat übergehen können, spielt sich auf einer Landfläche ab, welche von der Schweizer Grenze bei Basel und Pruntrut bis zur belgischen Nordseeküste in der Luftlinie 530 km mißt. Im Süden bildet die Ost- und Nordgrenze des Reichslandes, im Norden die Ost- und Nordgrenze Belgiens, in Frankreich die Landschaft von Belfort zur Marne und diese abwärts bis Paris und von dort über Amiens nach Calais das engere Kriegsgebiet. Große natürliche Landschaften werden überdeckt, Vollkulturländer der Gegenwart mit höchst entwickelter Wirtschaft und dichtestem Verkehrsnetz. Ein altes Grenz- und Kampfgebiet der germanischen und keltisch-romanischen Völker, Kulturen und Staaten seit den Zügen Cäsars und der Völkerwanderung bis zum Deutsch-Französischen Krieg 1870/71.

Seiner geologischen Struktur nach ist diese Landschaft vorwiegend ein Schollenland mit mehr flächenartig ausgebreiteten Einheiten von verschiedener Bodennatur und von wechselnder Höhe. Große, verhältnismäßig einfache Schollen[1] setzen im Gegensatz zu dem bunten Mosaik des deutschen Bodens denjenigen Frankreichs zusammen. Die größte der französischen Landschaftseinheiten ist das nordfranzösische Becken, das fast ganz Nordfrankreich mit Paris in seiner Mitte einnimmt. In ihm liegen die tertiären und mesozoischen Formationsglieder nahezu flach [mehrere leichte Auffaltungen fehlen bekanntlich auch hier nicht. Ref.] übereinander. Man hat dieses Becken wohl mit einer Anzahl übereinandergelegener flacher Schüsseln verglichen, in welchem die einzelnen Schüsseln einzelne Formationsglieder darstellen und die oberen Schüsseln einen jeweils kleineren Durchmesser besitzen. Das gesamte Schichtbecken oder Tafelland ist durch Abtragung in ein mildes Hügelland verwandelt von anmutig-idyllischem Gepräge,

---

[1] Das gilt allerdings nicht ohne sehr wesentliche Einschränkungen. Auch unter Außerachtlassung der französischen Westalpen, der Pyrenäen und der Auffaltungen am Mittelmeerrand östlich Marseille stellen die von Marcel Bertrand aufgedeckten Überschiebungen innerhalb des paläozoischen Untergrundes des Artois und die Ardennen, sowie die Gebirgszüge der Bretagne ebenso wie das östliche Centralplateau mit den Cevennen und das Gebirge von Cabrières Gebiete äußerst komplizierten Aufbaus dar.

in dessen Mitte die zahllosen Landsitze und die vielen Städte und Städtchen mit ihren Kathedralen und Rathäusern von einer alten, reichen, wenn auch heute stagnierenden Kultur reden. Auffällige Unebenheiten sind nur am äußeren Rand der einzelnen Schichtschüsseln vorhanden. Das Hügelland wird durch konzentrisch verlaufende einzelne Schichtstufen gegliedert, welche die Abtragung dort ausgearbeitet hat, wo eine härtere Gesteinsfolge im Hangenden nach dem Außenrand des Beckens zu durch eine weniger widerständige Gesteinsfolge in ihrem Liegenden im Oberflächenbau abgelöst wird. Besonders der östliche Teil des Schichtbeckens von der Oise bis zur Yonne kann als die Landschaft konzentrischer Formationsringe und Steilstufen bezeichnet werden. Der Rand des Schichtbeckens wird im Nordwesten durch das Meer gebildet, nicht ohne daß die gleichen Formationsglieder (allerdings in anderer Lagerung) jenseits des Kanals in Südengland wieder auftauchen. Hier liegen die Normandie, Picardie und das Artois innerhalb des Beckens. Der südliche Teil des Beckens kann außer Betracht bleiben. Gegen den Westrand wird das nordfranzösische Schichtbecken aber von einer Anzahl höhergelegenen Gebirgsschollen begrenzt, welche aus paläozoisch zusammengestauchten Falten- und Schubstücken bestehen, deren Oberfläche heute flachwellige sogen. Rumpfgebirge bilden. Diese besitzen teils infolge ihres Gebirgscharakters, teils infolge rauheren Klimas eine geringere Kulturfähigkeit als das Becken. Im Osten stellen die sich von Süden nach Norden erstreckenden Vogesen und die in den westlichen Ausläufern nach Frankreich hineinreichenden Ardennen, sowie der deutsche Hunsrück die Begrenzungen des Beckens dar. Sie sind zugleich seit altersher die natürlichen Grenzen der französischen Beckenländer gegen das deutsche Schollenland oder des staatlichen Frankreichs gegen das Deutsche Reich samt Belgien. In drei tiefen Zungen greift das nordfranzösische Schichtbecken zwischen diese Pfeiler weit nach Osten. Im Südosten erhebt sich der Rand des Tafellandes im Plateau von Langres und in der Côte d'Or zu einem hohen Rand, der zur Grabensenke der Saône abfällt, die ihrerseits in die Rhône-Senke übergeht. Aus ihr führt die Burgundische Pforte oder die Lücke von Belfort, zwischen Kettenjura und Vogesen, nach Deutschland in die oberrheinische Tiefebene hinüber. Nördlich der Vogesen bis zum Hunsrück erstreckt sich die mesozoische Platte über die Pfälzer und Elsässer Hardt[1] bis zum Ab-

[1] Diese Bezeichnung für die Zaberner Pforte ist bekanntlich nicht landesüblich. So berechtigt es erscheint, das Pfälzer Bergland vollständig demjenigen der nördlichsten Vogesen gleichzustellen, so zweifelhaft erscheint es, eingebürgerte, historisch entwickelte Landschaftsnamen auf Grund morphologischer und struktureller Momente abzuändern (vergl. hierzu die ältere Polemik Langenbeck-van Werveke). In der Pfalz wird auch nur der östliche bewaldete, dem Rheintal zugekehrte Bergzug als Hardt bezeichnet.

bruch ins Rheintal. Die dritte Zunge greift als Luxemburger Bucht zwischen Hunsrück und Ardennen in die südwestliche Eifel hinein. Ihr gehört der größte Teil des Luxemburgischen Landes an.

Von großer Bedeutung ist die von ihrem Hauptteil abweichende Entwässerung der nordfranzösischen Schichttafel im Osten. Der weitaus größte Teil des Beckens wird, gemäß der beschriebenen erhöhten Lagerung der konzentrischen Schichtstufen gegenüber der Mitte des Beckens, durch radial vom Rand der Becken in ihr Zentrum verlaufende Flußsysteme entwässert. Der Seine fließen vom nördlichen und südlichen Beckenrand und aus dem Osten in radialer Anordnung die Oise mit ihren Nebenflüssen (Aisne), die Marne und die Yonne zu, während die Yonne in ähnlicher Weise den südlichen Teil des Beckens entwässert. In der Mitte der Einmündungen der großen Nebenflüsse in die Seine, zugleich in der Mitte der nordfranzösischen Schichttafel, liegt Paris, der natürliche Mittelpunkt und zurzeit mehr denn je der politische und kulturelle wie der militärische Mittelpunkt Frankreichs: die Hauptstadt und die gewaltigste Festung[1]. Dieser regelmäßigen Anlage der Flußsysteme innerhalb des Schichtbeckens steht der vollständig anders gerichtete Verlauf der Mosel und der Maas am Ostrand des Beckens gegenüber. Sie entwässern diese Randgebiete nach außen in südnördlich gerichteten Talfurchen, die auch das Rheinische Schiefergebirge bezw. die Ardennen durchqueren. Hierdurch wird die natürliche Zwitterstellung Lothringens bewirkt, welches der Schichtenlagerung nach zum nordfranzösischen Becken gehört, dem die Flußtäler aber Verkehrswege nach Deutschland und in die Niederlande vorschreiben. Es ist von jeher ein Streitobjekt der hier zusammenstoßenden Völker gewesen, während das Elsaß ganz zur deutschen Landschaft gehört. Unmittelbar östlich dieser Grenzgebiete befindet sich die größte Verkehrsader Deutschlands, der Rhein, um den sich die höchst entwickeltsten und dicht bevölkertsten Teile unseres Vaterlandes gruppieren. Eine feindliche Invasion hätte hier unsere empfindlichste Stelle getroffen, eine hier eingetretene feindliche Besetzung hätte uns wehrlos gemacht. Daher wurde mif stärksten Kräften die Offensive im Beginn des Feldzuges — selbst unter Preisgabe eines Teiles von Ostpreußen — ins Feindesland getragen. Da ein Durchbruch durch die an äußeren Steilstufen des Ostrandes der nordfranzösischen Schichttafel gelegenen Festungsgürtel nicht angegangen werden konnte, ohne einen Flankenstoß aus dem auch mit unseren Feinden besetzten und nicht natürlich gegen uns abgegrenzten belgischen

[1] So wie Paris die natürliche Hauptstadt Frankreichs als Mittelpunkt der nordfranzösischen Tertiärbecken, so sind auch Wien und London inmitten größerer Tertiärbecken und die alte russische Hauptstadt Moskau inmitten der russischen Tafel gelegen. [Ref.]

Festungsgebiet zu gewärtigen, so erfolgte logischerweise der Einmarsch in dieses Land[1].

Im Norden bricht das nordfranzösische Schichtbecken als niederer Steilrand der Kreidetafel in der Schwelle des Artois und der Ebene der Picardie zu den Hügeln und zur Ebene Mittel- und Niederbelgiens („Niederlande" im weiteren Sinne) ab. Dieses Land besteht hauptsächlich aus weichen tertiären Schichten, denen in Holland und Nordbelgien jüngere quartäre marine und kontinentale Ablagerungen aufliegen. Das Flußsystem der Schelde entwässert hier nach Norden. Die politische Grenze greift hier seit den Zeiten Ludwigs XIV. über die Kreidetafel in die alten historischen Landschaften des Hennegaus und Flanderns, welche mit Ausnahme von Westflandern einst zum Deutschen Reich gehört haben, hinüber.

Der langgestreckte Landstreifen des westlichen Kriegsschauplatzes zeigt nur geringe Höhenunterschiede. Im Gebiet der Ardennen wird nirgends die Höhe von 500 m überschritten, und nur die Vogesen erheben sich über 1400 m. Das Klima ist daher nicht gleichartig. Mit Ausnahme des Elsaß herrscht überall maritimes Klima. Abgesehen von den rauhen Hochflächen der Ardennen und Lothringens liegt das Januarmittel bei $+ 2^0$ bis $+ 3^0$, in Brüssel bei $+ 1{,}3^0$, das Julimittel liegt in Belgien und im französischen Küstenland bei 17^0—18^0, im Binnenland bei 18^0—19^0[2]. Frost und Schneefall treten nur vorübergehend ein. Schlackerwetter mit Regengeriesel und Nebel, Wechsel von Frost und Auftauen herrscht vor. Die Niederschlagsmenge beträgt im Innern des französischen Beckens 500—600 mm; sie steigt nach Osten an, bei Metz und in der Rheinebene bis 600—750 mm, in den Vogesen bis stellenweise 1500 mm, in der Picardie und im Artois fallen 600—1000 mm Niederschläge. Im Innern des Beckens sind nur einzelne Waldparzellen vorhanden; in den Vogesen, den

[1] Das Verhalten unserer Feinde in Saloniki dürfte auch die Belgier unterdessen darüber belehrt haben, daß selbst die vollständige Neutralität ihres Landes uns nicht vor einem feindlichen Angriff aus ihrem Lande bewahrt hätte. Gleich einer griechischen Regierung hatten auch sie unsere Feinde noch zur Zeit eigener Neutralität bereits ins Land gelassen. [Ref.]

[2] Die Tageszeitungen haben letzthin verschiedentlich von seiten der Meteorologen Klimaschilderungen der Kriegsschauplätze gebracht. Besonders bei Betrachtung des österreichisch-italienischen und des Balkan-Kriegsschauplatzes wurden dieser Betrachtung die Temperaturmittel zugrunde gelegt. Hieraus entstanden vollständig falsche Schilderungen. Die sehr starke und dauernde Sonneninsolation in den Wintermonaten des Südens (schon in der Steiermark) brachten von November bis Jänner eine fast ununterbrochene Reihe von Frühlingstagen hervor, die das Klima von dem der nördlich der Alpen gelegenen Gebiete in viel stärkeren Gegensatz brachte, als es sich aus der Betrachtung der mittleren Lufttemperaturen ergibt. [Ref.]

Ardennen und in Lothringen stehen ausgedehnte Laub- und Nadelholzwälder. Große Teile Frankreichs und Belgiens sind durch intensiven Gartenbau, also Gemüse- und Obstkultur ausgezeichnet. Die Grenze des vom Weinbau gemiedenen kühlen Küstengebietes verläuft von Paris zum Maasdurchbruch durch die Ardennen.

1. Elsaß, Vogesen. Die Vogesen bilden den alten Grenzwall Deutschlands im Südosten. Die Burgundische Pforte erscheint nur auf den ersten Blick als ein wichtiges Ausfallstor aus dem Osten wie aus dem Westen. Durch den Verlauf der Schweizer Grenze, welche bisher erfreulicherweise respektiert worden ist, schrumpft die Pforte bis zu einer Breite von nur 24 km zusammen. Die heute bestehende starke Festung Belfort beherrscht, im Gegensatz zu 1870, den gesamten Einschnitt zwischen den Vogesen und dem Schweizer Jura. Östlich Belfort stößt die flach gelagerte Juratafel der Franche-Comté an die südwestlich Mülhausen verbreiterte, mit Tertiärschichten sowie diluvialen und alluvialen Auffüllungen versehene Rheinebene, welche im Osten vor der Juratafel noch durch den Steilrand der Tafel des Sundgaus (Altkirch) gegen die Ebene gegliedert ist. Diese höhere Stufe bildet den östlichen Teil der Burgundischen Pforte; sie wird von jungpliocänen Schottern gekrönt. Während die Niederterrasse des Rheins bei 230—250 m über NN liegt, erhebt sich die Tafel des Sundgaus zu 300—400 m Meereshöhe. Militärische Offensivoperationen werden durch den nordwestlich—südöstlichen Verlauf der Täler parallel der Landesgrenze erschwert, andererseits schaffen sie hier ausgezeichnete Verteidigungsstellungen für beide Heere. In die Juratafel sind die Täler enger und schroffer eingesenkt als in die Sundgauer Tafel. Den Eingang des wichtigen Doubstales vom Sundgau beherrscht die alte Feste von Mömpelgard. Es mündet hier die Savoureuse, welche unterhalb Giromagny am Westabfall der Südvogesen einer breiten Senke im Buntsandstein und dann einem schmalen Tal in der Jurakalktafel folgt. Westlich von ihr bildet die Lisaine (Sieg über die Bourbaki-Armee 1871) eine zweite Querlinie der Burgundischen Pforte. Eine siegreiche deutsche Offensive nach Überwindung von Belfort würde, ohne auf wichtige französische Zentren zu stoßen, die Festungen von Besançon und Dijon vor ihrer Front haben, während eine siegreiche französische Offensive auf den schwer zu passierenden breiten, von Altwässer begleiteten Rheinstrom im Oberelsaß stoßen würde und ihr weiter nördlich Straßburg mit seinen weitausgedenten Festungsanlagen den Weg zwischen Vogesen und Rhein nach Norden verlegt. Die Burgundische Pforte kommt aus allen diesen Gründen nicht aus dem Stadium eines Nebenkriegsschauplatzes hinaus. Die Franzosen haben ihren Ausfall ins Oberelsaß beim Beginn des Krieges eher aus politischen Gründen ausgeführt. Durch die Schlacht bei Mülhausen am 10. August 1914 wurden sie aus ihrer Stellung am Höhenrand

beiderseits Mülhausen vertrieben. Die Heere stehen sich seither mit geringen Veränderungen auf einer Linie westlich Altkirch über Burnhaupt—Sennheim am Vogesenrand gegenüber. Die Versuche, diese Linie von den Höhen der Südvogesen aus zu verbessern, gelangen nicht. Die Front zieht sich über die Vogesen von St. Dié über den Gebirgskamm zwischen Metzeral und Münster hindurch und über den Hartmannsweilerkopf gegen Sennheim.

(Schluß folgt.)

Hermann Tertsch: Einführung in die Lehre von den Mineralien und Gesteinen. Für die VII. Klasse der Realschulen. Wien bei Franz Deuticke. 1914. 130 p. Mit 4 Tafeln und 194 Textfiguren.

—: Einführung in die Mineralogie. Für die VII. Klasse der Realgymnasien. Wien bei Franz Deuticke. 1915. 107 p. Mit 2 Tafeln und 168 Abbildungen im Text.

Beide Lehrbücher haben eine für die im Titel genannten Lehranstalten passende und übliche Einrichtung. Der Verf. zeigt sich auch hier als ein in der Mineralogie und Petrographie durchgebildeter und wohl erfahrener Gelehrter, so daß an einem guten Erfolg seiner Werke wohl nicht zu zweifeln ist. Die Ausstattung in Druck und Abbildungen ist gut, die Darstellung leicht verständlich und klar. **Max Bauer.**

B. Ježek: Aus dem Reiche der Edelsteine. Prag 1914. 173 p. Mit 8 Tafeln und 8 Textfiguren.

Verf. bringt besonders in den Kapiteln „Ältere Nachrichten über böhmische Edelsteine“, „Böhmens Edelsteine vor 300 Jahren“, „Die böhmischen Halbedelsteine“, „Der böhmische Granat“, „Der böhmische Chrysolith“ und „Die Edelsteinsammlung des Museums des Königreiches Böhmen“ viele interessante und mehrfach zum erstenmal in der mineralogischen Literatur angeführten Einzelheiten über die Geschichte und Verarbeitung, das Vorkommen und die Natur böhmischer Edelsteine. **F. Slavík.**

Personalia.

Gefallen: Dr. **A. Ritzel**, a. o. Professor für Mineralogie und Petrographie an der Universität Jena, als Leutnant des 94. Infant.-Regiments.

Habilitiert: Dr. **W. Sörgel** aus Weimar an der Universität Tübingen für Geologie und Paläontologie.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Genese von Speiskobalt und Chloanthit auf Erzgängen.

Von **A. Beutell** in Breslau.

Mit 12 Textfiguren.

Während sich für die Zinnerzgänge ziemlich allgemein die DAUBRÉE'sche Hypothese Geltung verschafft hat, nach welcher der Zinnstein durch Sublimation aus dem granitischen Magma entstanden ist, hat man die Genese der Kobalt- und Nickelarsenide bisher nicht in diesem Sinne aufgefaßt. Es ist dies eigentlich überraschend, weil in allen Handbüchern der Erzlagerstättenlehre auf die enge Verknüpfung der Zinnerzlagerstätten mit den edlen Silber-Kobaltgängen hingewiesen wird; auch sind arsenhaltige Erze wie Arsenikalkies, Arsenkies und Fahlerz auf Zinnsteingängen ganz gewöhnliche Mineralien. Nur die Bildung des Arsens selbst wird z. T. durch Sublimation erklärt, wie z. B. die des Arsens von Nagyág; auch das Arsenerzvorkommen von Rothenzeehau in Schlesien wird als Exhalationsprodukt eines granitischen Magmas angesehen (SACHS, Die Bodenschätze Schlesiens. Leipzig 1906. p. 54).

Über die Entstehung der Speiskobalt- und Chloanthitgänge selbst finden sich bis zum heutigen Tage keine näheren Angaben in der Literatur der Erzlagerstätten.

Wegen des offensichtlichen Zusammenhanges zwischen den Zinnerzlagerstätten und den Gängen der edlen Kobaltformation habe ich es für die Kobalt- und Nickelarsenide übernommen, experimentell festzustellen, welche Gründe sich für oder wider die Sublimationstheorie beibringen lassen. Um der Diskussion eine reelle Grundlage zu geben, mußte vor allem die Darstellung von Kobalt- und Nickelarseniden mit Hilfe von Arsendämpfen versucht werden, und zwar nach einer Methode, die sich auch auf die Mineralbildung auf Erzgängen übertragen ließ. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Synthese der Kobalt- und Eisenarsenide, sowie auch der Nickelarsenide unternommen worden (dies. Centralbl. 1916. p. 10 bis 22 und p. 49—56).

Daß die Exhalationsprodukte eines Magmas unter Umständen Arsendämpfe enthalten, ist nicht zweifelhaft, sind doch bedeutende Arsenerzlagerstätten an Eruptivgesteine geknüpft. Es sei erinnert an das ausgedehnte Löllingitvorkommen von Reichenstein in Schlesien (dies. Centralbl. 1914. p. 592—604), das sich als magmatisches

Differentiationsprodukt eines Peridotits erwiesen hat. Die chemische und mikroskopische Untersuchung dieses Arsenerzes (dies. Centralbl. 1915. p. 359—373 und 1916. p. 19—21) hat den Beweis erbracht, daß dasselbe ein Gemenge verschiedener Arsenide darstellt. Seine Zusammensetzung ist eine Funktion von Druck und Temperatur, und es ist selbstverständlich, daß außer den flüssigen oder festen Phasen der Eisenarsenide auch dampfförmiges Arsen auftreten mußte.

Es bleibt zu entscheiden, ob auch die übrigen Bedingungen für die Bildung von Kobalt- und Nickelarseniden aus Arsendampf vorhanden waren. Die Synthese der Kobalt-, Nickel- und Eisenarsenide erforderte nach unseren Untersuchungen (a. a. O.) Temperaturen zwischen 300^0 und 600^0, und so wird zunächst die Frage aufzuwerfen sein, ob in den hier in Betracht kommenden Erzgängen mit derartigen Hitzegraden zu rechnen war. Die Frage ist unbedingt zu bejahen, denn sämtliche bekannte Speiskobaltreviere finden sich in unmittelbarer Nähe von Eruptivgesteinen. So sehen wir z. B. die Gänge des obererzgebirgischen Bergreviers (Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal) gebunden an Granite und eruptive Gneise, während die von Cobalt-Ontario an Diabase und Peridotite geknüpft sind. Daß die Bildung der Kobalterze unter dem Einfluß der benachbarten Eruptivgesteine vor sich gegangen ist, wird allgemein als erwiesen angesehen. Nach den bisherigen Untersuchungen besteht kaum noch ein Zweifel darüber, daß die Zinnsteingänge des Erzgebirges älter sind als die der Kobalt-Silberformation. Während die Zinnsteinbildung sich unmittelbar an die Erstarrung der umgebenden Granite anschließt und daher bei sehr hohen Hitzegraden stattgefunden hat, setzt die Entstehung des Speiskobalts bedeutend später ein. Schon lange vor der Erzbildung waren die Gangspalten aufgerissen und hatten sich zunächst mit Quarz (Hornstein) und dann mit Schwerspat ausgekleidet; erst als durch die intensiven Prozesse, die sich in den Gängen abgespielt hatten, der größte Teil der Gangmineralien wieder zerstört war, traten Bedingungen ein, welche der Bildung von Kobalt- und Nickelarseniden günstig waren. Temperaturen von $300—600^0$ erscheinen auf den Gängen durchaus wahrscheinlich.

Daß zu hohe Temperaturen der Bildung von Speiskobalt nicht günstig waren, kann daraus entnommen werden, daß in den Zinnsteingängen kein Speiskobalt auftritt; auch sind dort, wo sich Zinnsteingänge und Kobaltgänge kreuzen, keine Übergänge zwischen beiden vorhanden. Ein direkter Beweis für die schädliche Wirkung der höheren Temperatur, wie sie in tieferen Schichten herrscht, ist darin zu erblicken, daß die Kobaltgänge in größerer Teufe vertauben und sich nicht bis an den Granit selbst verfolgen lassen, während die Zinnsteinbildung auch im Granit selbst vor sich ge-

gangen ist. Nur am „Weißen Hirsch“ bei Schneeberg (Sachsen) finden sich ausnahmsweise reiche Speiskobalte im Granit selbst. Daß die Gangfüllung unter der Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse vor sich gegangen ist, wird durch den ziemlich verbreiteten Flußspat bewiesen; auch ist das gediegen Arsen, welches die Kobalterze in den Gängen ständig begleitet, in diesem Sinne zu deuten. An eine etwaige Reduktion von Sauerstoffsalzen des Arsens ist bei der außerordentlichen Beständigkeit derselben nicht zu denken; vielmehr sind umgekehrt die auftretenden Arsenate als sekundäre Oxydationsprodukte aufzufassen. Wichtig ist das häufige Auftreten von gediegen Arsen in den Speiskobaltgängen auch deshalb, weil es jeden Zweifel darüber beseitigt, daß die Genese der Kobalt- und Nickelarsenide unter Ausschluß der Luft stattgefunden hat.

Die bisherigen Betrachtungen lassen erkennen, daß auf den Kobalterzgängen sowohl die für die Bildung der Arsenide erforderliche Temperatur, sowie auch die nötigen Arsenmengen vorhanden waren. Nunmehr wird es sich darum handeln, zu prüfen, welche Anhaltspunkte unsere synthetischen Laboratoriumsversuche für die Genese in der Natur liefern.

Wie bereits hervorgehoben, hat die Bildung des Speiskobalts in den Erzgängen unter Luftabschluß, d. h. in geschlossenen Räumen stattgefunden; doch erscheint es vielleicht unzweckmäßig, daß die synthetischen Versuche im Vakuum angestellt worden sind. Auf den Erzgängen muß ganz im Gegenteil mit sehr beträchtlichem Druck gerechnet werden, besitzt doch der allgegenwärtige Wasserdampf bei seiner kritischen Temperatur (365°) bereits einen Druck von 212 Atmosphären. Mit solchen Spannungen verglichen ist die Arsentension, die bei 600° erst $\frac{1}{2}$ Atmosphäre beträgt, allerdings außerordentlich klein. Wird es unter diesen Umständen möglich sein, aus Versuchen in zugeschmolzenen, vorher evakuierten Röhren, in denen als einziger Druck die winzige Arsentension wirksam ist, Schlüsse auf die Vorgänge in der Natur zu ziehen? Welchen Einfluß werden die stark komprimierten Gase und Dämpfe auf den Verlauf der chemischen Reaktionen ausüben? Da nur neutrale Gase in Betracht kommen — denn sonst würden wir heute keine Arsenide in den Gängen vorfinden —, ist die Frage sehr einfach zu beantworten. Die Gegenwart dieser neutralen, stark komprimierten Atmosphäre wird die chemischen Prozesse merklich verzögern, weil der Arsendampf, um zu den absorbierenden Metallarseniden zu gelangen, erst durch eine Schicht arsenärmerer, infolge der Absorption vielleicht annähernd arsenfreier, Gase diffundieren muß. Abgesehen von dieser Verminderung der Reaktionsgeschwindigkeit wird die Arsenierung im Erzgange genau so verlaufen wie im Vakuumrohr, denn sie hängt außer der chemischen Affinität einzig und allein von der Arsentension

und der Temperatur ab. Die Anwendung des Vakuums war somit wegen zahlreicher experimenteller Vorteile berechtigt, ja sogar geboten.

In einem elektrischen Röhrenofen (dies. Centralbl. 1916. p. 10—11 Fig. 2) läßt sich die Temperatur unter Anwendung gewisser Vorsichtsmaßregeln ziemlich konstant erhalten. Da sie von der Mitte des Ofens aus nach den Enden naturgemäß abfällt, so mußte das Versuchsrohr (a. a. O. p. 11. Fig. 1) mit Silberblech umwickelt werden; erst hierdurch wurde erreicht, daß das Vakuumrohr an allen Stellen genau dieselbe Temperatur hatte, was deshalb unbedingt nötig war, weil das Arsen von den Stellen höherer Temperatur zu den niederer hindestilliert. Wendet man stets einen Überschuß von Arsen an, so wird hierdurch gleichzeitig konstante Tension gewährleistet.

Wie steht es nun in dieser Beziehung in den Gängen? Den elektrischen Ofen vertritt hier das angrenzende Eruptivgestein. Von seiner Temperatur und seiner größeren oder geringeren Nähe hängt mithin die Erwärmung des Ganges ab, doch wird sie in hohem Maße beeinflußt von der thermischen Leitfähigkeit des umgebenden Gesteinsmaterials. Eine so gleichmäßige Wärmeverteilung, wie sie im Ofen mit dem Silberblech erreicht wird, ist auf Gängen nicht zu erwarten. Temperaturdifferenzen sind dort sicherlich vorhanden gewesen. Aus diesem Grunde fehlt hier selbstverständlich die konstante Arsentension, und infolgedessen wird das Arsen von den Orten höherer Temperatur nach den niederer Temperatur abwandern, wo es sich als gediegen Arsen niederschlagen wird. Daß die aus derselben Grube geförderten Speiskobalte eine so verschiedene Zusammensetzung aufweisen, ist bei ihrer Bildung durch Sublimation zu erwarten, weil der höheren Temperatur höhere Arsenide entsprechen und umgekehrt. Ein Gleichgewichtszustand dürfte auf Gängen auch nicht annähernd eintreten, weil die mittlere Temperatur eines Ganges nicht konstant bleiben kann. Das vordringende Magma heizt die Gänge langsam an, und hinterher kühlen sie sich ebenso langsam wieder ab. Nun vollzieht sich diese Temperaturänderung zwar in sehr großen Zeiträumen, und daher könnte für kürzere Intervalle annähernde Konstanz der mittleren Gangtemperatur eintreten. Aber dieser Zustand wird schwerlich von langer Dauer sein, denn die hochgespannten Gase und Dämpfe werden zeitweilig, vielleicht periodisch einen Ausweg finden. Der auf diese Weise herbeigeführte große Arsenverlust wird sich ziemlich rasch wieder ersetzen, und zwar nicht allein durch die Verdampfung des überall vorhandenen gediegenen Arsens, sondern auch durch die Verwandlung höherer Arsenide in niedere, weil alle sich hier abspielenden Prozesse reversibler Natur sind. Im allgemeinen wird man auf Gängen mit gesättigtem Arsendampf zu rechnen haben.

Bei der Einwirkung von Arsendämpfen auf Kobaltpulver (dies. Centralbl. 1916. p. 14. Tab. 2) hatten sich die Arsenide $As Co$, $As_3 Co_2$, $As_2 Co$, $As_5 Co_2$ und $As_3 Co$ gebildet, doch führte die quantitative Zerlegung eines Riechelsdorfer Speiskobalts von der Zusammensetzung $As_{2.87} Co$ nur auf die drei letzten Arsenide, die in folgendem Verhältnis gemischt waren:

7 % $As_2 Co$, 30 % $As_5 Co_2$ und 63 % $As_3 Co$.

Für das Vorkommen des Monarsenids des Kobalts $As Co$ in der Natur hat auch die mikroskopische Untersuchung keinen Anhalt gegeben, doch ist das entsprechende Nickelarsenid $As Ni$ (Rotnickelkies) im Speiskobalt und Chloanthit ganz gewöhnlich. Das Sesquiarsenid $As_3 Co_2$ hingegen tritt höchstwahrscheinlich als mikroskopischer Gemengteil in arsenärmeren Speiskobalten auf (dies. Centralbl. 1916. p. 209. Fig. 9).

Synthetische Versuche, welche mit entarsentem Speiskobalt von Riechelsdorf angestellt worden waren, hatten nur auf $As R$, $As_2 R$ und $As_3 R$ geführt; es fehlten die beiden komplizierteren Verbindungen $As_3 R_2$ und $As_5 R_2$. Es liegt dies nicht daran, daß sie sich nicht gebildet haben, sondern an den ungenauen stöchiometrischen Verhältnissen, welche durch die Verunreinigungen des natürlichen Speiskobalts mit Eisen, Schwefel und Antimon bedingt sind (vergl. Tab. 5, a. a. O. p. 18). Aus diesem Grunde sind den genetischen Betrachtungen die an reinem Kobalt erhaltenen Bildungstemperaturen zugrunde gelegt worden. Die folgende Tabelle enthält die ermittelten Werte.

Bildungstemperaturen der Kobaltarsenide bei gesättigtem Arsendampf.

Zwischen	275°	und	335°	entsteht	hauptsächlich	$As Co$
„	345	„	365	„	„	$As_3 Co_2$
„	385	„	405	„	„	$As_2 Co$
„	415	„	430	„	„	$As_5 Co_2$
„	450	„	618	„	„	$As_3 Co$.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß diese Zusammenstellung nur die Hauptvorgänge widerspiegelt; die in langen Zeiträumen bei konstanter Temperatur angestellten Dauerversuche lassen keinen Zweifel darüber (dies. Centralbl. 1916. p. 52—55), daß nebenher in geringer Menge auch höhere Arsenide entstehen.

Daß die höchsten Arsenide den höchsten Temperaturen entsprechen und nicht umgekehrt, rührt von der mit steigender Temperatur sehr schnell zunehmenden Arsentension her.

Von den in der Tabelle 1 zusammengestellten 46 Speiskobalt-Analysen (dies. Centralbl. 1915. p. 360 und 361) führen 33 auf

höhere Arsenide als As_2Co und nur 13 auf niedere. Im Durchschnitt ist das Verhältnis aus allen Analysen

$$Co : As = 1 : 2,24.$$

Setzt man auch die 11 Analysen von Tesseralkies in Rechnung (a. a. O. p. 363), was genetisch völlig begründet ist, so gelangt man zu dem Verhältnis 1 : 2,37. Bei der großen Anzahl von Analysen kann man, ohne einen großen Fehler zu begehen, die mittlere Zusammensetzung des Speiskobalts durch die Formel $As_{2,37}Co$ ausdrücken.

Wenn man sich daher eine Vorstellung über die Temperaturen machen will, die zur Zeit der Entstehung des Speiskobalts in den Gängen geherrscht hat, so müssen die Bildungstemperaturen der höheren Arsenide As_2Co, As_5Co_2 und As_3Co zugrunde gelegt werden.

Das Biarsenid entsteht in größerem Maßstabe erst von 385^0 ab, während die Anfangstemperatur des Triarsenids erst bei 450^0 liegt. Beide Temperaturen liegen bereits höher als die kritische Temperatur des Wassers.

Bei der Wichtigkeit, welche die Bestimmung der Temperaturgrenzen auf den Speiskobaltgängen besitzt, erscheinen weitere Anhaltspunkte sehr wünschenswert, denn man könnte den Einwand erheben, daß im Laufe der großen geologischen Zeiträume auch die Nebenreaktionen, die hier unberücksichtigt blieben, eine wichtige Rolle spielen. In dieser Beziehung sind die vergleichenden Versuche von Interesse, welche ich mit Speiskobalt-, Kobalt- und Nickelpulver angestellt habe (dies. Centralbl. 1916. p. 54 und 55). Bei 400^0 schreitet die Arsenaufnahme des Kobalts und Nickels fast in gleicher Weise voran, wenn auch das Nickel trotz seiner größeren chemischen Affinität bereits etwas zurückbleibt. Dies macht sich in noch höherem Maße bei 450^0 bemerkbar; während das Kobalt bis zu der Formel $As_{1,78}Co$ gelangt ist, hat das Nickelarsenid erst die Zusammensetzung $As_{1,55}Ni$ erreicht. Die Ursache ist in der stärkeren Sinterung des Nickelarsenids zu suchen, welche vielleicht dadurch verursacht wird, daß sich infolge größerer Affinität bei seiner Arsenierung mehr Wärme entwickelt als beim Kobalt. Daher wird bei 450^0 der Fortgang der Arsenierung für Nickel durch Sinterung zum Stehen gebracht, für Kobalt aber nicht. Die auffallende Tatsache, daß der Rotnickelkies AsNi zwischen lauter höheren Kobaltarseniden auftritt, während das Monarsenid des Kobalts AsCo fehlt, findet hierdurch eine einfache Erklärung. In den Kobaltgängen dürfte die Temperatur der Sinterung des Nickelarsenids AsNi noch etwas höher liegen, weil die Einwirkung der Arsendämpfe durch die große Menge neutraler Gase und Dämpfe abgeschwächt wird.

Der unteren Grenztemperatur für die Bildung höherer Kobaltarsenide von 385° kann nunmehr eine untere Grenztemperatur für die Sinterung des Monarsenids des Nickels von 450° an die Seite gestellt werden. In dem engen Temperaturintervall von 385° bis 450° könnte sich nach den synthetischen Versuchen die Bildung des Speiskobalts vollzogen haben.

Um auch einen festen Anhaltspunkt für die obere Grenze zu gewinnen, wurde versucht, durch Temperaturerhöhung die Kobaltarsenide zum Sintern und dadurch gleichzeitig die Arsenaufnahme zum Stehen zu bringen. Denn falls dieser Versuch geglückt wäre, hätten von der festgestellten Versuchstemperatur ab neben den höheren auch niedere Kobaltarsenide bestehen können; das Fehlen derselben in der Natur hätte dann dargetan, daß diese Versuchstemperatur auf den Gängen nicht erreicht worden war.

Bei den Versuchen wurden je 200 mg Kobalt- und Nickelpulver während 21 Stunden mit überschüssigem Arsen im Vakuumrohr zunächst auf 510° erhitzt; nach dem Abkühlen wurde die Arsenaufnahme durch Wägen festgestellt. Nur das Nickelarsenid war bei der gewählten Versuchstemperatur fest zusammengesintert. Die Gewichtszunahme lieferte die beiden Verhältnisse

Co : As = 1 : 2,43 und Ni : As = 1 : 1,24.

Die Arsenaufnahme des Nickels betrug infolge der Sinterung wenig mehr als die Hälfte von der des Kobalts.

Die nächsten beiden Versuche wurden bei 550° im elektrischen Ofen in genau der gleichen Weise durchgeführt. Nach 21 Stunden war das Nickelarsenid wiederum stark gesintert; das Kobaltarsenid war jedoch nur stellenweise und so schwach zusammengebacken, daß es mit einem Glasstäbchen leicht zerrieben werden konnte. Die Atomverhältnisse waren die folgenden:

Co : As = 1 : 2,86 und Ni : As = 1 : 1,58.

Zwei bei 590° angestellte Parallelversuche führten in 21 Stunden auf die Verhältnisse

Co : As = 1 : 2,93 und Ni : As = 1 : 1,67.

Auch hier bildet das Nickelarsenid eine fest gesinterte Masse, während das Kobaltarsenid, das in der kurzen Zeit von 21 Stunden fast genau die Formel As_3Co erreicht hat, ein lockeres Pulver darstellt.

Aus den angeführten Versuchen geht unzweideutig hervor, daß bei höheren Temperaturen auch das stark gesinterte Nickelarsenid, obwohl es naturgemäß hinter dem pulverförmigen Kobaltarsenid zurückbleibt, noch Arsen über das Verhältnis 1 : 1 hinaus aufnimmt. Sieht man sich die vorhandenen Rotnickelkiesanalysen auf den Arsengehalt hin an, so findet man, daß sie teils mehr,

teils weniger Arsen angeben, als der Formel AsNi entspricht. Der höchste Arsengehalt beträgt 60,77 % neben 30,33 % Ni und 8,90 % Co (Hintze, Handbuch der Mineralogie. p. 623. No. XIII), woraus sich das Atomverhältnis Ni : As = 1 : 1,21 berechnet. Fast denselben Wert hatte ich bei 510° bereits in 21 Stunden erreicht, während bei höheren Temperaturen viel reichlichere Arsenaufnahme eingetreten war.

Aus der Tatsache, daß die natürlichen Rotnickelkiese nicht über das Verhältnis Ni : As = 1 : 1,21 hinausgehen, ist der Schluß zu ziehen, daß die Temperatur von 510° auf den Kobalterzgängen nicht erreicht worden ist; in den langen Zeiträumen, die zur Bildung des Speiskobalts nötig waren, hätte die Arsenierung bei dieser Temperatur viel weiter fortschreiten müssen, denn das höchste Nickelarsenid As_2Ni konnte schon bei 400° erhalten werden.

Hiermit ist auch die obere Temperaturgrenze auf den Speiskobaltgängen mit ziemlicher Genauigkeit festgelegt: Sie muß über 450° (Beginn der Sinterung von AsNi), aber unter 510° liegen; da sich die Bildung des Speiskobalts nicht in wenigen Stunden vollzogen haben kann, so ist sie näher bei 450° als bei 510° zu suchen. Das ganze Bildungsintervall dürfte 100° (von 385° bis etwa 485°) nicht übersteigen.

Daß die obere Temperaturgrenze für die Bildung des Speiskobalts nicht sehr hoch liegen kann, geht auch daraus hervor, daß der natürliche Speiskobalt im Durchschnitt nur die Zusammensetzung $As_{2,37}Co$ besitzt, während bei 510° in 21 Stunden bereits die Formel $As_{2,43}Co$ erreicht wurde. Bei einer Temperatur von ungefähr 500° würde sich sämtlicher Speiskobalt in Tesseralkies As_3Co umgewandelt haben.

Nach den mitgeteilten Versuchen war für die Kobaltarsenide weder bei 510° noch bei 550° und 590° Sinterung eingetreten, trotzdem ich bei einem früheren Versuch schon bei 400° nach 14tägiger Einwirkung deutliche Sinterung bemerkt hatte. Um diesen Widerspruch aufzuklären, und weil es möglich erschien, daß die Sinterung bei starker Arsenaufnahme durch Zerfall wieder verloren geht, wurden die beiden folgenden Versuchsreihen in etwas anderer Weise durchgeführt. Anstatt wie bisher mit Arsenüberschuß zu arbeiten, wurden diesmal bestimmte Arsenmengen zugesetzt, welche den Formeln AsCo, As_3Co_2, As_2Co und As_5Co_2 entsprachen. Die 4 Vakuumröhrchen wurden jedesmal mit 59 mg Kobaltpulver, 75, 112,5, 150 beziehentlich 187,5 mg Arsenpulver beschickt, dann ausgepumpt und zugeschmolzen, um hierauf gemeinsam 24 Stunden auf 550° erhitzt zu werden. Genau so wurde beim Nickel verfahren, doch wurden nur 3 Röhrchen angesetzt, weil As_5Ni_2 nicht existiert; seinem Atomgewicht ent-

sprechend wurden beim Nickel nur 58,7 mg angewandt. Die Ergebnisse waren folgende:

AsCo war gesintert, doch so lose, daß es beim Schütteln in ein dunkelgraues Pulver zerfiel.

As_3Co_2 war ebenfalls etwas gesintert und zerfiel bei Schütteln in ein dunkelgraues Pulver.

As_2Co und **As_5Co_2** sind pulverförmig und besitzen eine grauschwarze Farbe; sie nehmen ein etwa drei- bis viermal so großes Volumen ein als die Mischung vor dem Erhitzen.

AsNi bildet mehrere, sehr harte, metallglänzende Klümpchen, doch tritt daneben auch ein bleigraues Pulver auf; die metallischen Teilchen sind nicht homogen, wie an ihrer teils rötlichweißen, teils zinnweißen Farbe hervorgeht.

As_3Ni_2 enthält neben festen, metallglänzenden Teilchen von rötlichweißer Farbe reichlich bleigraues Pulver.

As_2Ni ist pulverförmig, bleigrau und frei von metallischen Teilchen.

Die beiden Versuchsreihen erbringen den Beweis, daß nur die niederen Arsenide sintern, und zwar beim Kobalt so schwach, daß schon beim Schütteln Zerfall eintritt. Die niederen Nickelarsenide hingegen bilden eine harte, metallglänzende Masse, während As_2Ni ebenfalls pulverförmig ist. Es bestätigt sich, daß bei der Aufnahme von mehr Arsen Zerfall der vorher gesinterten niederen Kobaltarsenide eintritt; besonders auffallend ist die starke Volumzunahme bei der Bildung der höheren Kobaltarsenide.

Durch den Zerfall der Kobaltarsenide wird die weitere Arsenaufnahme außerordentlich begünstigt; niedere Kobaltarsenide können daher im Arsendampf nicht bestehen.

Die Sublimationshypothese hat, gestützt auf die Resultate der synthetischen Laboratoriumsversuche, Aufschlüsse geliefert, die verschiedene, bisher unerklärte Tatsachen einer einfachen Deutung zugänglich machen. Sie gestattet ferner recht genauen Einblick in die auf den Kobalterzgängen zu erwartenden Temperaturverhältnisse. Dadurch, daß die synthetischen und die Sinterungsversuche Antwort auf die Frage geben, weshalb das Monarsenid des Nickels, aber nicht das des Kobalts, auf Erzgängen angetroffen wird, ist zwar bereits das Band zwischen dem Laboratorium und den geologischen Vorgängen geknüpft, doch ist es wünschenswert, den Zusammenhang noch inniger und beweiskräftiger zu gestalten. Hierzu ist in erster Linie die mikroskopische Untersuchung berufen, deren mehr beschreibenden Teil ich vor kurzem veröffentlicht habe (dies. Centralbl. 1916. p. 180—185 und 206—221).

(Schluß folgt.)

Über das Hypostom der Gattung Arethusina.

Von **J. Perner** in Prag.

(Mit 3 Abbildungen.)

Das Hypostom der Gattung *Arethusina* ist bisher unbekannt geblieben, und selbst O. Novák, der sich nach Barrande speziell mit den Hypostomen böhmischer Trilobiten jahrelang beschäftigte, hatte es weder beschrieben noch abgebildet. Dies ist um so mehr auffallend, als die bekannte und in allen Sammlungen durch vollständige Exemplare vertretene böhmische Art, *A. Konincki* Barr., früher massenhaft bei Lodenitz in E—e_1 [1] anzutreffen war.

Novák selbst sagt in seinen „Studien an Hypostomen böhmischer Trilobiten II. und III". [2] ausdrücklich, daß dieses zur Kenntnis der Gattungen so vorzüglich beitragende Organ bei *Arethusina* noch nachzuweisen sei (ebenso wie bei einigen anderen Gattungen), und vermutet, daß diese Trilobiten wahrscheinlich mit bloß membranösen, aber nicht kalkigen Hypostomen versehen waren, die sich nicht erhalten konnten. Das Auffinden des Hypostoms bei *Arethusina* war sehr wünschenswert, da die systematische Stellung dieser Gattung unsicher war. Von Barrande wurde sie (samt *Cyphaspis*) zu den Proetiden gestellt, jedoch Oehlert [3] hatte sie trotz gewisser Ähnlichkeit mit *Cyphaspis* von dieser abgetrennt und zu den Oleniden gestellt, wogegen für *Cyphaspis* eine besondere Familie (Cyphaspidae) errichtet wurde, und beide Gattungen mit *Harpides* dazu sollten den Übergang zu Harpes vermitteln.

Ohne auf die Meinungen anderer Forscher über die Verwandtschaftsverhältnisse der eben genannten Gattungen näher einzugehen, sei hier hervorgehoben die wichtige Entdeckung des Hypostoms von *Cyphaspis* durch R. Richter [4], welcher die nahe Verwandt-

[1] Die in der Literatur und in den Sammlungen oft vorkommende Bezeichnung dieses Fundortes als E—e_2 ist falsch, wie es aus der Assoziation von *Arethusina* mit *Retiolites Geinitzi, Cyrtograptus Murchisoni, Monograptus priodon* und anderen für E—e_1 charakteristischen Graptolithen der „*Priodon*"-Zone Marr's hervorgeht. Näheres in meiner Abhandlung „Über die Fauna der silurischen Stufen e_1 und e_2 und die Grenze zwischen denselben". Festschrift zum 70. Geburtstag d. Hofrates Prof. K. Vrba. Böhm. Akad. 1915.

[2] Sitzungsber. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1884, 1885.

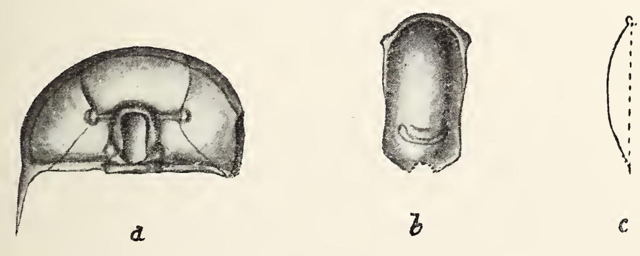
[3] Études sur quelques trilobites du groupe des Proetidae. Bull. Soc. d'études sc. d'Angers. 1885.

[4] Über das Hypostom und einige Arten der Gattung *Cyphaspis*. Dies. Centralbl. f. Min. 1914. No. 10. — O. Novák (l. c. III. 1885. p. 6) erwähnt zwar, daß ihm Hypostom von *Cyphaspis* bekannt ist, hat es jedoch nicht beschrieben.

schaft der Cyphaspiden mit Proetiden erwiesen hatte, obwohl beide Familien von Gürich[1] in verschiedenen Unterordnungen untergebracht wurden (Micropygia—Macropygia).

Zur weiteren Aufklärung über die Beziehungen der in der Frage stehenden Gattungen mußte darnach das Hypostom von *Arethusina* sehr viel beitragen, und es ist mir heuer geglückt, das Hypostom von *Arethusina* nach manchen Präparationsversuchen in situ, in der Glabella, bloßzulegen.

Obwohl nur die Innenseite des Hypostoms mir vorliegt, welche die untere (äußere) Oberfläche vielleicht nicht genau wiedergibt, und der proximale Teil des Hypostoms etwas beschädigt ist, so kann man trotzdem auf Grund eines scharfen Wachsabdruckes



Arethusina Konincki Barr. Von Lodenitz E-e_1.
a) Kopf eines ganz erwachsenen Exemplars, mit abgebrochener Glabella, die Lage des Hypostoms zeigend. Vergr. 2mal
b) Hypostom, etwa 6mal vergrößert. Nach einem Wachsabdruck gezeichnet.
c) Optischer Längsschnitt desselben.

seine Gestaltung in der Hauptsache rekonstruieren, wie es die beigefügte Textfigur veranschaulicht.

Der Vorderrand bildet eine schmale, wenig erhabene Wulst, welche einen mäßig bogenförmigen Verlauf hat, und läuft seitwärts in ganz kurze, flache, anscheinend eckige Vorderflügel aus. Der Vorderrand ist vom Mittelstück durch eine haarförmige Furche begrenzt, welche sich etwa bis in die Hälfte der Hypostomlänge verfolgen läßt. Die Seitenränder bilden eine wellig verbogene Linie. Der mangelhaft erhaltene Hinterrand läßt vermuten, daß er beiderseits schief abgestutzt war und in seiner Mitte eine kleine, zungenförmige Einkerbung besaß. Der Vorderlappen ist mit dem Hinterlappen in ein ovales, seitwärts ziemlich steil abfallendes Stück verschmolzen. Etwa in seinem unteren Viertel der Länge beobachtet man eine flach vertiefte, halbmondförmige Querfurche, die wohl der hinteren Furche (sillon postérieur Novák's) entspricht.

[1] Leitfossilien. I. und II. Berlin 1908—09.

Dieselbe ist von einer ganz kurzen, parallelen, sehr schwach angedeuteten Furche (Mittelfurche?) begleitet.

Soweit es die an dem einzigen Stück wahrnehmbare Merkmale zulassen, läßt sich aus der Vergleichung des Hypostoms von *Arethusina* mit jenen der eingangs erwähnten Gattungen folgendes sagen:

1. Hypostom von *Arethusina* zeigt wenig Übereinstimmung mit jenem von *Cyphaspis*; eher stimmt es im Grundplan mit dem von *Harpides.*
2. Es erscheint die von Oehlert beantragte Unterbringung von *Arethusina* bei den Oleniden gerechtfertigt.

Weitere Funde, die ich bei der Sichtung eines umfangreichen Materials erwarten kann, werden wohl die vorläufig skizzierte Form des *Arethusina*-Hypostomes vervollständigen und somit auch eine eingehende Vergleichung mit Proetiden und anderen Familien ermöglichen.

Anmerkung: Während der Drucklegung dieser Mitteilung hatte mich Herr Prof. C. Klouček aufmerksam gemacht, daß in einem nachgelassenen Manuskripte O. Novák's sich ein Passus befindet, demzufolge O. Novák das Hypostom von *Arethusina* schon gekannt hätte. Jedoch es fehlt sowohl die Beschreibung als auch die Abbildung, und auch konnte das betreffende Hypostom nirgends in dem Materiale Novák's und Barrande's gefunden werden.

Gerdalepis Rhenanus (Beyrich em. Hoffmann) auch bei Lüdenscheidt.

Von **Guido Hoffmann**-Berlin.

Nachdem eben meine Skizze über *Gerdalepis Rhenanus* (dies. Centralbl.) erschienen ist, finde ich im Museum für Naturkunde in Berlin Asterolepiden-Material aus Lüdenscheidt, welches ein Herr Kuhse vor vielen Jahren an Otto Jaekel, als er noch Custos am Museum war, in sehr guten Abdrücken gesandt hatte. Dabei befindet sich ein Brief, in dem Kuhse genau die Fundstelle angibt. Er bezeichnet das Gestein als Nierenkalk und schreibt: „Dieses Gestein schließt eine große Mannigfaltigkeit an Brachiopoden ein, vielgestaltige Cephalopoden und Gastropoden (Clymenien und *Bellerophon*), nur vereinzelt und selten Mollusken“. Zehn Meter unter der Oberfläche in einer Schlucht hat der Sammler den Steinkern und nachher auch die Knochenplatte eines Nuchale herausgeschlagen, ferner die Helmgegend eines linken Clavicula-Coracoid und eine ganz erhaltene linke Postscapula, von der die Innenfläche zu sehen ist.

Das Gestein ist ein schwarzer, fester Kalkstein, der schwer und hellbraun verwittert.

Sämtliche Stücke, die mir nun im Original vorliegen, bestätigen auf das genaueste sowohl die Körperform als auch die Plattenbegrenzung und -überlagerung des berühmten Eifeler Fundes, so daß derselbe nicht mehr als Unikum oder gar als absonderliche Erscheinung, oder gar als lokale Ausbildung angesprochen werden darf. Auch bei dem neuen Funde tritt der Schleimkanal der Seitenlinie, bevor er den Hinterrand des Panzers erreicht, auf die Innenwand über, da, wo die sogenannte Lamina, die Knochenverdickung aufsteigt. (In meiner Arbeit „Die Acterolepiden und neue Arten aus dem Timan", die demnächst in der Palaeontographica erscheinen soll, habe ich unter „Organisation" besonders gewürdigt — Palaeontographica 1916—1917.)

Beachtenswert an dem Lüdenscheider Material ist besonders der Umstand, daß dort *Gerdalepis Rhenanus* nicht nur in größeren Exemplaren vorkommt, sondern auch mit auffallend dicken Knochenplatten.

Jaekel hatte also damals schon, wie ein von ihm geschriebenes Etikett und ein Brief an ihn bestätigen, ein wertvolles Beweisstück gegen sich selbst und gegen seine Abstammungstheorie in der Hand, hat es aber leider nicht bekanntgegeben, trotzdem sich Traquair energisch gegen ihn verteidigte.

Ein Beitrag zur Präparation fossiler Korallen.

Von **R. Wulff.**

Beim Bau der Wasserleitung des Aachener Landkreises wurde aus dem Graben für die Rohrleitung eine große Menge fladen- und stockförmiger, durch Bitumen dunkel gefärbter Korallen herausgeschafft, die ihrem Alter nach den Frasne-Schiefern und namentlich der obersten Abteilung der Frasne-Stufe, den Matagne-Schiefern angehören. Äußerlich war an den Stücken, zumal wenn sie mit dem Hammer beschlagen wurden, wenig, oder überhaupt nichts zu sehen, weil der starke Bitumengehalt in dem sehr feinkörnigen Kalksteine die Korallenstruktur nahezu völlig verwischte. Es galt, diese Versteinerungen zugleich mit Stücken von anderen Fundstellen auf möglichst einfache Weise für Demonstrationszwecke kenntlich und nutzbar zu machen. Dieses wurde erreicht durch starkes Erhitzen der wenig angeschliffenen und unpolierten, oder überhaupt nur zugeschlagenen Fossilien. Dem Gedanken lag die Erfahrungstatsache zugrunde, daß die Steinbruchsarbeiter beim Beschicken des Kalkofens größere Kalkspataggregate, wie sie z. B. im Aachener Kohlenkalk häufig sind, heraushalten, sie also überhaupt nicht zusammen mit dem homogenen Kalksteine brennen. Zur Zerlegung des Kalkspates in CaO und CO_2 ist nämlich eine höhere Temperatur erforderlich, als sie die Kohle im Kalkofen für

gewöhnlich erzeugt; die Kalkspatkristalle werden nur an den Kanten und äußeren Spaltflächen von der Hitze etwas zersetzt, im Gegensatz zum Kalksteine selbst, der völlig in Ätzkalk übergeführt wird. Erhitzt man nun die Korallen im gewöhnlichen Bunsenbrenner, oder noch besser unter Benutzung des Luftgebläses, so wird das Bitumen des Sedimentes im Innern und außerhalb der Korallenindividuen verbrennen und das Gestein wird sich aufhellen, während der Bitumengehalt im Korallenskelett selbst, das ja bekanntlich aus Kalkspat besteht, aus dem oben angegebenen Grunde unversehrt bleibt. Es zeichnet sich dann das dunkle Kalkskelett sehr scharf vom helleren Grunde ab. Eine Überhitzung und etwaige Zerstörung der Versteinerung ist bei der verhältnismäßig geringen Temperatur im Gasbrenner nicht zu befürchten. Der anorganische Bestandteil des Gesteins dürfte überhaupt nicht von der Flamme angegriffen werden. Wohl aber wird das wasserhaltige Brauneisen, soweit es als Verwitterungsniederschlag vorhanden ist, in das wasserfreie Oxyd übergeführt. Das gibt in etwa einen Anhalt über die Dauer der Erhitzung, die im übrigen naturgemäß von der Größe des Stückes abhängig ist. Es empfiehlt sich in dieser Beziehung nur dann größere Stücke dem Erhitzungsprozesse zu unterwerfen, wenn das Gesteinsmaterial noch ein ganz frisches ist. Wenn dagegen die Gesteinsfugen durch die beginnende Verwitterung schon etwas gelockert sind, können bei der späteren Abkühlung und wenn auch sehr geringen, doch unregelmäßigen Zusammenziehung leicht größere Scherben und Stücke an den Haarklüften abspringen.

Voraussetzung bei dem Verfahren, das vor allem den Dünnschliff ersetzen kann, ist der Bitumengehalt des zu präparierenden Stückes, der aber wenigstens in paläozoischen Schichten sehr oft zu beobachten ist. Und zwar muß das Bitumen nicht nur das Gestein, sondern auch den Kalkspat des Korallentieres gleichmäßig durchsetzen. Ist letzteres nicht der Fall, sind also die organischen Hartteile mehr oder weniger weiß geblieben, so würde bei der Oxydation auch das Sediment gebleicht und die Konturen dadurch verwischt werden. Selbstverständlich ist auch das Stück vorher auf seinen Erhaltungszustand zu untersuchen, vor allem ist darauf zu achten, daß das Kalkgerüst nicht durch intensive Infiltration von kohlensaurem Kalk, Dolomitisierung oder aus anderen Gründen schon vorher angegriffen oder zerstört ist.

Das Verfahren läßt sich möglicherweise auch bei anderen Versteinerungen anwenden; man könnte hier z. B. an die Präparation von Lobenlinien bei den Goniatiten des schwarzen Culm-Kalkes denken, soweit bei diesen Ammonitentieren das Sediment auch ins Innere der Luftkammern gedrungen ist.

Aachen, den 26. Juli 1916.

Besprechungen.

A. Philippson: Der französisch-belgische Kriegsschauplatz. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1916. 92 p. Mit 3 Tafeln.

(Schluß.)

2. Lothringen. Dieses Flußland der oberen Mosel und Maas zeigt als Ostteil des nordfranzösischen Schichtbeckens eine Anzahl von Süd nach Nord streichender Landstriche, deren Beschaffenheit durch die in ihnen anstehenden einzelnen Formationsglieder der Trias- und Juraformation bedingt wird. Vom Rheintal aus dem Unterelsaß steigt ein dort tief eingerissener Buntsandsteinstreifen an. Es folgt im Westen ein schmales Plateau von Muschelkalk, sodann eine breitere, wellige Keuperlandschaft. Beide bilden das ostlothringische Plateau von 200—300 m Meereshöhe, von der Saar und der Nied nördlich durchströmt. Diese Triaszonen ziehen von der Wasserscheide der Saône längst der Meurthe und Mosel in die französische Landschaft La Vôge in Südlothringen hinein. Im Norden Lothringens taucht der Buntsandstein zwischen St. Avold und dem Saarkohlenrevier noch einmal empor, schon der Umrandung des Rheinischen Schiefergebirges angehörig, und hier reicht das Saarkohlenrevier mehr unter als über Tage bis nach Lothringen hinein. Westlich des Keuperstriches erscheint an der Mosel der Lias an der Tagesoberfläche. Südlich reicht diese Zone bis ins Plateau von Langres. Erst westlich der Mosel beginnen ausgeprägte konzentrische Steilränder. Der hier fast vollständig kalkige Mitteljura steigt westlich Metz zum Plateau von St. Germain an. Dieser hohe Steilrand quert die Maas bei Bourmont, die Mosel unweit Nancy. Die Höhe des Plateaus steigt meist bis 400 m an. Am Fuß des Steilrandes tritt die Lothringer Minette, das wichtigste Eisenerz Mitteleuropas, zutage, um nach Frankreich hinein flach in die Tiefe zu fallen. Der größte Teil des Erzreviers ist 1871 noch bei Frankreich geblieben. Das deutsche Diedenhofen, das französische Briey, das luxemburgische Esch sind die Zentren des Bergbaus, aus dem 87 % der deutschen Eisenerze hervorgeht und das durch Verfrachtung nach dem Ruhrkohlengebiet und der Rückfracht von Koks von der Ruhr ins Erzrevier den Ausgang eines regen Verkehrs mit den nordwestdeutschen Industriezentren schuf. Das Mitteljuraplateau verschwindet im Westen unter dem hügeligen Gelände des Oxfordtons der Ebene der Woëvre, hinter der an den über ihm emporsteigenden Steilrand der Oberjurakalke die Côtes de Lorraine als nächste

wichtige strategische Linie auftaucht. Sie stellt ein die Woëvre-Ebene um 120—150 m überhöhendes, welliges, bewaldetes Kalkplateau dar. Ein wichtiger Einschnitt stellt die Umgebung von Toul dar; von hier aus führt ein verlassenes Tal durch die Oberjuratafel von der Mosel zur Maas. Die deutsche Front steht seit dem Herbst 1914 in der Woëvre-Ebene. Die wichtigste Stelle in ihr nimmt ihren Ausgang am Bach Rupt de Mad bei Thiaucourt. Von hier gehen im Niveau der Woëvre, nur 30 m über der Maas, zwei flußlose Taldurchgänge zur Maas, die hier die Oberjuratafel durchschneiden, zwischen sich einen Tafelberg stehen lassen, während unmittelbar nördlich die Tafel an den steilen Höhen von Aprémont nach Osten vorspringt. Diese ausgezeichnete Stellung ist von uns im Herbst 1914 genommen und seither gegen alle Angriffe von Toul aus gehalten. Von hier aus zieht sich die Stellung unserer Front an Rupt de Mad (Woëvre) durch den Priesterwald (Mitteljuraplateau), bei Pont-à-Mousson über die Mosel und die Seille entlang zu den nördlichen Vogesen. Nördlich Aprémont liegt St. Mihiel, wo es den Bayern im September 1914 in blutigem Ringen gelang, die Maas zu überschreiten und das Fort Camp de Romains zu nehmen und diesen Einbruch in den französischen Festungsgürtel seither zu halten. Nördlich liegt neben anderen Forts die große Festung Verdun, wiederum auf dem Abfall des Oberjura-Plateaus, den Côtes lorraines, um deren Bezwingung zurzeit mit dauerndem Erfolg gekämpft wird.

Im Norden von den Ardennen biegen die Steilränder nahezu rechtwinkelig gegen West um. Während die Triaszonen in die Bucht von Luxemburg verschwinden, schmiegen sich die Jurazonen in geringer Breite dem Fuß der Ardennen an. Die tonig-kalkige Liaszone geht in Südluxemburg in eine Sandsteinzone über, in welcher ähnlich wie in anderen Sandsteingebieten bizarre Erosionsformen auftreten. Die Stadt Luxemburg, ehemals eine starke Festung, liegt auf einem von der Alzette umflossenen Felssporn. Auch Sedan liegt in dieser Zone auf einem 150 m über der Maas aufsteigenden Plateau. Westlich der Ardennen verschwinden auch die Jurazonen zwischen ihnen und der Kreidezone. Die Front der deutschen Armee erstreckt sich aber nördlich Verdun in westlichem Verlauf in die Champagne hinein. Die kleinen Festungen Longwy, Montmédy und das Fort bei Mézières vor dem „Luxemburger Loch“ in dem großen, modernen ostfranzösischen Festungsgürtel sind alsbald in unsere Hände gefallen. Für die Zufuhr zur deutschen Front ist vor allem die große Feste Metz von Bedeutung. Die Bahnlinien im Moseltal nach Metz und die Bahnlinie von Trier über Luxemburg nach Longwy ins Chierstal und ihre Zweiglinien Pagny—Diedenhofen—Longuyon, ferner ihre nordwestliche Verlängerung Montmédy—Sedan—Mézières sind die Hauptzufuhrwege zur Front. Die Front nördlich Altkirch bis Verdun bildet die

östliche Frontlinie, in der Champagne beginnt die nördliche Frontlinie des augenblicklichen Stellungskrieges.

Die französische Festungslinie von Verdun südlich bis Toul auf den Côtes Lorraines gelegen, über Nancy auf den Mitteljurarand, bei Épinal auf die Wasserscheide der Monts Faucilles übergehend und hier die Zugänge aus den Vogesen sperrend, schließlich durch Belfort den Rand der burgundischen Juraplatte sichernd, war anfangs der Ausgangspunkt einer starken französischen Offensive gewesen und steht heute noch durch eine starke Armee besetzt mit Ausnahme des Maasüberganges bei St. Mihiel (Camps de Romains), wo allerdings die eigentliche Höhe der Côtes Lorraines ebenfalls nicht erreicht worden ist, als unzertrümmerter Schutzwall intakt da [1]. Eine deutsche Offensive von Lothringen durch diese Sperre ist vorläufig unmöglich, da eine Niederzwingung einer dieser Festungen solange untunlich ist, als ein zahlreiches feindliches Feldheer nicht im Bereich der Festungsgeschütze zu schlagen ist [2]. Ende 1914 wurden die aus Deutsch-Lothringen bis vor Épinal vorgedrungenen eigenen Truppen zurückgenommen, da sie teilweise eine andere Verwendung finden mußten.

3. Die Champagne. Hinter dem westlothringischen Plateau der Côtes Lorraines und der Jurazone von Sedan beginnt vor dem Steilrand der Tertiärschichten im Innern des nordfranzösischen Beckens eine neue Landschaft, die Champagne, in der sich Kreidegesteine ausbreiten. Bei einer Länge von 200 km erreicht die Champagne eine Breite von 50—100 km. In einer schmäleren, äußeren Zone, der Champagne humide, setzen tonige und sandigtonige Unterkreide, in der inneren Zone wasserdurchlässige, sterile Schreibekreidegesteine der Oberkreide den Boden zusammen. Die nördliche trockene Champagne ist durch das Längstal der Aire ausgezeichnet, welche sich im Norden durch eine plötzliche Schwenkung mit der im Oberlauf ebenfalls gegen Norden fließenden Aisne vereinigt. Zwischen Aisne und Maas liegen die stark zerschluchteten, mit Wald bedeckten, feuchten Argonnen. Am Oberlauf der Aisne, die hier der Grenze der Unterkreide gegen die Oberkreide, d. i. der feuchten gegen die trockene Champagne, folgt, liegen die Flecken St. Ménéhould und Vouziers. Die trockene Champagne senkt sich aus Westen gegen Osten von 200 m bis 120 m; in ihr verlaufen die Flußsysteme der Aisne (Unterlauf), Marne, Aube, Seine, Yonne gegen Osten dem Innern des Beckens

---

[1] In den letzten Monden ist die befestigte Höhe der Côtes lorraines von der deutschen Armee nördlich Verdun durch die Eroberung von Douaumont und dem Fort de Vaux tatsächlich erreicht worden. [Ref.]

[2] Eine tapfere, aus besten Kerntruppen bestehende französische Armee hat sich bei der Bedrohung von Verdun durch unsere Armee aber sofort eingefunden. [Ref.]

zu. Am inneren Rand der trockenen Champagne gegen das innere tertiäre Becken befindet sich der letzte, innerste Steilrand des nordfranzösischen Beckens: der Rand des Pariser Beckens. Die berühmte Weinzone der Champagne breitet sich am Fuße der Abhänge dieses Steilrandes aus. Der innere Festungsgürtel ist auf dem Steilrand erreicht. Laon liegt auf einem Zungenberg, die Forts auf der tertiären Platte. Der Eintritt der Aisne in das Pariser Becken wird durch Berry au Bac verteidigt. Das nördlich der Aisne vorspringende Plateau von Craonne ist hier gelegen. Reims beherrscht den Eingang des Flüßchens Vesle; die Stadt wird mit ihrer berühmten Kathedrale im Westen vom Tertiärrand, im Osten und Norden von Zeugenbergen des Tertiärs um mehr als 100 m überhöht. Die Champagne ist die Stätte heftiger Kämpfe gewesen. Im September 1914 war die innere Festungsreihe La Fère, Laon, Reims ohne Widerstand genommen worden, die Armee hatte die Aisne überschritten. Deutsche Kavallerie war bei Compiègne auf englische Stellungen gestoßen und abgewiesen worden. Südlich war Kavallerie bis Troyes vorgedrungen und es soll Grand Morrin nach Überschreiten der Marne erreicht worden sein, als große Heeresmassen der Franzosen — die an der italienischen Grenze durch den Verrat einer „verbündeten" italienischen Regierung frei geworden waren — von Toul aus in Anmarsch kamen. Die deutsche Front mußte daraufhin in der von den Franzosen gefeierten Schlacht an der Marne bis auf das Plateau nördlich der Aisne zurückgenommen werden. Später wurden durch glückliche Kämpfe das Plateau von Craonne, der Ostrand der Tertiärtafel nördlich der Aisne, dann der nördliche Talrand der Aisne bis Soissons wieder genommen. Reims blieb verloren. Von Soissons verläuft die Front bis westlich von Noyon an der Oise, wo sie rechtwinklig nach Norden umbiegt. Hinter den beiden feindlichen Fronten sind Parallelbahnen vorhanden. Hinter der deutschen Front läuft die Linie Laon—Chauny mit Verbindungen Noyon—St. Quentin—Maubeuge—Köln. Hinter der französischen Front zieht die Bahnlinie (Reims)—Villers-Cotterets—Compiègne, nachdem die direkte Bahnlinie Reims—Soissons—Compiègne im Bereich unserer Geschütze liegt.

Die deutsche Front läuft von Osten gegen Westen, also in der Champagne ebenso wie in Lothringen quer zur natürlichen Gliederung des Landes, von Berry au Bac über die nordöstlichen Forts von Reims, die Höhenschwellen bei Souain und Perthes quer durch die trockene Champagne, zum Nordende der Argonnen (feuchte Champagne), von hier zum Oberjurasteilrand nördlich Verdun.

4. Die Isle de France. Dieses fruchtbare, hoch kultivierte, mit Ost—West fließenden Tälern ausgestattete Pariser Tertiärbecken liegt mit Ausnahme einer soeben schon besprochenen Nordostecke außerhalb des Kriegsschauplatzes.

5. Picardie, Artois, Cambrésis. Im Nordwesten der

Isle de France ist wie im Westen ein großes zusammenhängendes Kreidegebiet vorhanden, das zwischen Caen und Calais das Meer erreicht und zwischen Laon und den Ardennen in die Champagne übergeht. In dem Kreidegebiet befindet sich der größte Teil der Normandie, die Picardie, Artois mit Cambrésis. Die Kreide ist in leichte, aus NW gegen SO ziehende Falten gelegt. Die große Fruchtbarkeit des Gebietes beruht in den hier über die Kreide ausgebreiteten Lehmdecken und den Resten tertiärer Tone voll eingeschwemmter Feuersteine (Argile à silex). Die Küste der Normandie ist eine Brandungs-Steilküste. Nördlich der Somme-Mündung hat die Küstenversetzung [Ref.] an der von hier gegen Norden abbiegenden Küste einen breiten Sandstrand entstehen lassen, der aber vom Cap gris nez bis Calais an der abermals sich gegen Osten wendenden Küstenlinie wieder einem felsigen Steilrand Platz macht. Häfen bilden überall nur die trichterförmigen, ertrunkenen Flußmündungen. Die Picardie dehnt sich nördlich der Somme bis zum Ardennenfuß als schmale Zone und als eines der reichsten Ackerbaugebiete Frankreichs aus. Ihre Hauptstadt Amiens ist ein wichtiger Knotenpunkt der aus Belgien nach Paris laufenden und der küstenwärts aus dem Innenland laufenden Bahnen. Dem Kreidegebiet der Picardie ist nördlich bis Cambrai die leichte Kreideauffaltung der Schwelle von Artois vorgelagert, zwischen ihr (Cambrai) und den Ardennen liegt die fruchtbare Ebene der Cambrésis, in der das Tertiär der Isle de France in einem fast ununterbrochenen Zusammenhang mit dem belgischen Tertiär steht. Diese Ebene sowie die östliche Picardie bilden das große Einfallstor in die Isle de France aus dem Norden über Fournes, Charleroi, Verviers, welches durch Laon gedeckt wird. Dem Nordostabfall der Schwelle des Artois ist Arras vorgelagert. Doch verläuft das südliche Ende des Zuganges westlich Laon in der breiten Senke von St. Quentin, nördlich der Festung La Fère. In diesem Einfallstor wurde die französische Nordarmee am 19. Jänner 1871 von Goeben und am 27. August 1914 von v. Kluck geschlagen. Die Front verläuft seither von Noyon aus nordwärts über die große Ackerebene der Sauterre über Albert auf die Hochfläche des Artois hinab nach Arras, wo seither heftig gekämpft worden ist, bis westlich Lens. Nördlich Arras und bei Lens ist die deutsche Front wiederholten starken Offensiven ausgesetzt gewesen, da hier die Möglichkeit besteht, durch einen Stoß gegen Osten in den Rücken der von Noyon ab gegen Süden gekehrten Champagnefront zu gelangen. Auch die mächtigsten Angriffe des Feindes scheiterten an der tapferen Verteidigung unserer Truppen. Zwischen dem aus Westen gegen Ost verlaufenden Scarpetal bei Arras und dem Abfall der Artois-Schwellen liegt ein sich nach Osten verbreiternder, 90—120 m erhöhter Plateaustreifen, auf dem sich die deutschen Stellungen gegen Arras vorgeschoben hatten. Bei Ca-

rency und Souchez ist in ihn ein Tal eingeschnitten, das im Westen von der Lorettohöhe flankiert wird. Dieses Plateau, gewissermaßen die Vorstellung für das Artois, ist besonders heftig mit wechselndem Erfolg umkämpft worden.

An der Küste stellen Boulogne, Calais und Dünkirchen die wichtigsten Häfen dar. Das Cap gris nez nähert sich der Küste von Dover auf 34 km, ist also für die wiederholt schon in Aktion getretene neue schwere Artillerie zu überfunken.

Belgien nebst Französisch-Hennegau und Französisch-Flandern.

Belgien ist weder eine nationale noch eine natürliche Einheit; seine beiden Naturgebiete sind: 1. Das Hochland der Ardennen, dem nur im Südosten bei Arlon ein Teil des mesozoischen Beckenrandes anliegt (Hochbelgien); 2. Das belgische tertiäre Tafelland mit der jungen Küstenebene (Mittel- und Niederbelgien).

1. Ardennen und Hennegau. Die Ardennen werden durch die großen Quertäler der Maas und Sambre in drei Abschnitte geteilt. Ihrer Struktur nach bestehen sie aber aus zwei aus WSW gegen ONO streichenden Zonen. Der südöstliche Teil, die eine Zone, besteht aus gefalteten Unterdevongesteinen, unter denen im Hohen Venn (bis 650 m) und im Massiv von Recroi cambrische und ältere Gesteine aufragen. Die nördliche Zone ist durch einen Streifen mitteldevonischen Kalkes auf der Linie Verviers—Marche—Givet—Chimay auch morphologisch gut geschieden. Weiter nördlich folgt vorwiegend schiefriges Oberdevon, Bergkalk und produktives Obercarbon, das aus Süden überschoben ist. Condroz ist als Landschaftsname für die nördliche, vorwiegend carbonische, Famenne für die vorwiegend oberdevonische Zone gebräuchlich. Die nördliche Zone ist eine große Industriezone, ihre Kohlenflöze, die aus dem Aachener Becken von Osten her streichen, setzen sich durch das französische Hennegau (nördlich Cambrésis) bis ins Artois unter der Kreidedecke fort. Valenciennes und Douai sind die beherrschenden Städte. Diese Gebiete wurden nach Überwindung der belgischen Festungen samt ihrer englisch-französischen Besatzung am Anfang des Krieges ein wichtiges Operationsfeld; heute besitzen ihre großen Bahnlinien Bedeutung für die Zufuhr der Erfordernisse der in der Picardie, Nord-Champagne und im Artois stehenden Front. Die Überwindung der belgischen Festungen konnte eher gelingen als diejenige der französischen Fortsgürtel, da die Franzosen nicht so schnell mit ihrem Feldheer zur Stelle sein konnten. Nach der Einnahme von Lüttich am 6. Mobilmachungstage wurde der Vormarsch maasaufwärts angetreten und am 21. August, gleichzeitig mit dem Scheitern der französischen Offensive in Lothringen, die Festung Namur belagert und am

24. August tapfer bezwungen. Gleichzeitig war die Armee des deutschen Kronprinzen von Luxemburg über Longwy und die des württembergischen Kronprinzen aus Nordluxemburg in die Ardennen eingedrungen und ein französisches Heer wurde gegen die Maas zurückgeworfen. Die Armeen von Hausen und von Bülow sind nördlich davon aus der Eifel gegen die Maas von Namur vorgegangen, während der rechte Flügel unter von Kluck an der Sambre gegen Maubeuge zog. Nach den Kämpfen im Industriegebiet wurde am 26. August Maubeuge, 27. August St. Quentin genommen, am 30. August wurden die Franzosen bei Combles südlich Bapaume besiegt. von Hausen und von Bülow besiegten am 27. August das französische Ersatzheer für Namur. von Bülow zog hinter der Kluck-Armee nach St. Quentin, von Hausen südwärts gegen Reims.

2. Das belgische Tafelland nebst Französisch-Flandern. Das Gebirge der Ardennen versinkt gegen Norden ohne jede ausgeprägte Höhenstufe unter die Kreide. Die produktive Kohle ist aber weit nördlich bis Holland erbohrt worden und wird für den Abbau vorgerichtet. Aus dem sanft welligen Tertiärgebiet Mittel- und Niederbelgiens tauchen noch weit vor dem Ardennenrand eine Anzahl Inseln von Ardennengestein aus der Tiefe empor. Das Tertiärland dacht sich gegen Norden langsam ab. Am Rand der Ardennen liegt die Fläche bei 200 m, um Brüssel bei 100 m und um Antwerpen, Gent und Brügge schon fast im Meeresniveau. Südwestlich Brügge beginnt die Küstenebene. Hier wie im benachbarten Frankreich tragen Lehmdecken zur Fruchtbarkeit des Bodens bei. Eine alte historische Landschaft ist im Nordosten die sandige Campine, das Kempenland. Östlich davon, im nördlichen Belgisch-Limburg, steigt eine 90 m hoch gelegene diluviale Schotterterrasse der Schelde aus der Küstenebene. Die alte Landschaft Brabant umfaßt Teile von Belgisch-Limburg, Teile von Namur, Hennegau und Holland, sowie das ebenfalls außerhalb der heutigen Provinz Brabant gelegene Antwerpen. Bis zum 16. Jahrhundert war Brabant mit Brüssel als Hauptstadt der südliche Teil Hollands. Die große ehemalige Grafschaft Flandern umfaßt die belgischen Ost- und Westflandern und Französisch-Flandern. Das Tertiärgebiet flacht sich hier gegen Westen ab. Die Flußbette werden breiter und gehen z. T. in Schwemmebenen über, welche von tertiären Zeugenbergen bis 100 m überragt werden. Von Aalst über Roulers, Ypern und Cassel verläuft eine Zone solcher Hügel. Das mit Blut getränkte Hügelgebiet von Ypern wird von der kanalisierten Yser durchzogen. Nach einer Glanzzeit im 13. und 14. Jahrhundert ist Ypern eine stille Stadt geworden. Der östliche Höhenkranz von Ypern trägt die Stellungen der deutschen Front. Französisch-Flandern bildet mit Französisch-Hennegau das größte Industriegebiet Frankreichs. Westwärts bis zur Lys

wird die Kohle in der Tiefe abgebaut. Der Kanal von La Bassée zieht durch das Industriegebiet bis Dünkirchen und Calais. Im Norden liegt die alte flandrische Stadt Lille (flämisch Ryssel), eine der bedeutendsten Fabrikstädte Frankreichs. Als Festung hält sie die Mitte zwischen Maubeuge und der Küste. Heiße Kämpfe haben um Lille und später westlich Lille stattgefunden. 10 km nordöstlich an der belgischen Grenze liegt Roubaix und Tourcoing, westlich Lille an der Lys Armentières.

Die flandrische Küstenebene ist nur 12 km breit, sie ist von Wattenmeermergeln unter den jüngeren Meeressanden in der Tiefe durchzogen, war also einst ein Haff hinter Düneninseln. Heute wächst das Land westlich Dünkirchen, geht aber ostwärts Westende zurück. Die Ebene liegt nur 4 m über dem Meere. Durch Schleusen und Dämme werden Schädigungen von Hochfluten verhindert. An einer Stelle, auf französischem Boden, greift die Tertiärplatte bis 5 km gegen das Meer vor; hier liegt Veurne (Furnes), das, wie die Umgebung von Dünkirchen, von Vlämen bewohnt wird. Nieuport liegt hinter einem Dünenkranz. Zeebrügge ist durch Leopold II. als großer Hafen ausgestaltet worden, der aber bisher keinen entsprechenden Handel auf sich gezogen hat.

Die bisherigen Kämpfe in Flandern waren teilweise gegen die anfangs zum Entsatz von Belgien anrückenden Engländer gerichtet, später entstanden die blutigen Kämpfe zur Eroberung der Höhenstellung vor Ypern. Offensiven, welche von hier aus gegen die großen Häfen angesetzt waren, hatten bisher noch keinen Erfolg.

A. Philippson schließt das Buch mit einer Schilderung der sozialen Verhältnisse Belgiens. Zum Verständnis ist eine bekannte hübsche geologische Karte Frankreichs, ferner eine Formationstabelle und eine Tafel mit drei Profilen quer durch die konzentrischen Steilränder des nordfranzösischen Beckens beigegeben.

Tornquist (Graz).

Stefan Kreutz: Elemente der Theorie der Kristallstruktur. Leipzig bei Wilhelm Engelmann. 1915. I. Teil: Text 175 p. Mit 18 Tafeln und 40 Textfiguren. II. Teil: 85 Stereogramme.

Der Theorie der Kristallstruktur ist schon seit längerer Zeit von zahlreichen Forschern eine große Aufmerksamkeit gewidmet worden. In den letzten Jahren ist dieses Interesse noch gestiegen und allgemeiner geworden durch die Versuche von M. v. Laue und seinen Nachfolgern, durch welche ein experimenteller Weg eröffnet wird, um durch die Interferenzerscheinungen der Röntgenstrahlen, welche durch die als Gitter wirkenden Kristallplatten

hervorgerufen werden, direkt in den Bau der Kristalle einzudringen. Es ist daher um so mehr zu begrüßen, daß uns durch das Werk des Verf.'s eine vollständige Übersicht über den gegenwärtigen Stand dieser vielfach schwierigen Frage unter Bezugnahme auf die früheren Arbeiten gegeben wird, um so mehr, als die anschauliche und klare, durchweg elementar gehaltene Darstellung, unterstützt durch zahlreiche gute und instruktive Abbildungen, die Kenntnisnahme wesentlich erleichtert. Der Beschreibung der einzelnen Punktsysteme wurde eine Darlegung der Grundlagen der Strukturtheorie vorausgeschickt, und es wurde insbesondere auf die geometrischen Eigenschaften der Raumgitter Gewicht gelegt, da diese für die ganze Theorie eine fundamentale Bedeutung besitzen. Was das Buch bietet, zeigt die folgende Übersicht des Inhalts.

Einleitung: 1. Die Grundannahmen der Theorie der Kristallstruktur. 2. Die geschichtliche Entwicklung der Theorie. 3. Methode der Konstruktion der regelmäßigen Punktsysteme. 4. Die Deckbewegungen der regelmäßigen Punktsysteme. 5. Einteilung der regelmäßigen Punktsysteme.

I. Teil. Raumgitter. 1. Konstruktion eines Raumgitters. 2. Einteilung der Raumgitter. 3. Symmetrieeigenschaften der Raumgitter. 4. Richtungen gleichwertiger Deckachsen. 5. Kombination ungleicher Achsen. 6. Weitere Beziehungen zwischen den Symmetrieelementen und Raumgittern. 7. Die Typen der Raumgitter. 8. Anwendung der Raumgittertheorie auf die Kristalle. 9. Das Symmetriegesetz und der gitterartige Aufbau. 10. Die Bezeichnungsart (Symbole) der Gitterebenen und der Punktreihen. 11. Das Gesetz der Rationalität der Indizes und die Gitterstruktur. 12. Die Spaltbarkeit und der raumgitterartige Aufbau der Kristalle. 13. Die Rangordnung (Wichtigkeit) der Kristallflächen vom Standpunkte der Raumgittertheorie. 14. Parameter der Punktreihen. 15. Der Flächeninhalt des Elementarparallelogramms einer Netzebene (hkl) mit Beispielen. 16. Polargitter; graphische Ermittlung des Flächeninhalts J (hkl). 17. Die Bedeutung des Bravais'schen Gesetzes und sein Verhältnis zu anderen kristallographischen Gesetzen.

II. Teil. Regelmäßige Systeme, welche aus untereinander nicht notwendig parallel orientierten Systemeinheiten bestehen. A. Allgemeines. 1. Regelmäßige Punktsysteme von L. Sohnke. 2. Die Drehungskomponenten der Deckachsen in den regelmäßigen Punktsystemen. 3. Zusammensetzung der Drehungen um untereinander parallel verlaufende Achsen. 4. Deckschiebungen in regelmäßigen Punktsystemen. 5. Die Lage der von einer Achse gleich entfernten Punkte. 6. Ableitung der regelmäßigen Punktsysteme, in welchen beide Richtungen der Syngonieachsen vertauschbar sind. B. Spezielle Beschreibung der regelmäßigen Systeme. Allgemeine Bemerkungen. 1. Trikliner Typus.

2. Monokline und rhombische Syngonie. 3. Tetragonale Syngonie. 4. Trigonale Syngonie. 5. Hexagonale Syngonie. 6. Kubische Syngonie. — Allgemeine Bemerkungen über die Symmetrie der regelmäßigen Systeme.

III. Teil. 1. Erweiterte Theorie von L. Sohnke. 2. Beziehungen zwischen der Atomhypothese und der Strukturtheorie. 3. Die reine Strukturtheorie. 4. Die homogene Raumteilung. 5. Kriterien, welche bei Versuchen der Bestimmung der Kristallstruktur benützt werden. 6. Die Unterscheidung der Kristallstruktur mit Hilfe der Röntgenstrahlen. — Anhang: Erläuterung einiger häufiger benützter kristallographischer Begriffe und Bezeichnungen. Bemerkungen zu den Stereogrammen und Projektionen.

Die Ausstattung des Buches ist, was Druck und Abbildungen betrifft, vortrefflich. Ein Wort sei noch zugefügt bezüglich der Stereogramme, die den 2. Teil des Werkes bilden. Es sind Aufnahmen der mühsam, schwierig und kostspielig herzustellenden Modelle der Typen der regelmäßigen Punktsysteme, die im Mineralogischen Institut der Münchener Universität in großem Maßstab exakt aufgebaut wurden und die in hohem Grade geeignet erscheinen, die Anschauung zu unterstützen. Auf den 18 Tafeln sind 65 Projektionen von Punktsystemen dargestellt; sie stehen in engster Beziehung zu den Modellen und sind als deren Kopfbilder, d. h. als gerade Projektionen auf eine senkrecht zu der Achse Z stehenden Ebene zu betrachten.

Max Bauer.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. **2.** Abtlg. 10. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1916. p. 641—800. Mit vielen Abbildungen, Tabellen, Diagrammen und Tafeln.

Die vorliegende Abteilung enthält den Schluß der Chloritgruppe vom Herausgeber, sodann: Spodiophyllit und Bravaisit von demselben, Palygorskitgruppe (A. Fersmann), isomorphe Mischungen von Kalium- und Magnesium-Aluminiumsilikaten, sowie Biotit (Magnesiumkaliumglimmer) (C. Doelter); quantitative Analyse des Turmalins (P. Jannasch); Turmalin, sowie Calcium-Aluminiumsilikate (C. Doelter); allgemeines über Epidotgruppe, sowie Zoisit (Anfang) (M. Goldschlag).

Max Bauer.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ueber einige Mineralien aus den Manganerz-Lagerstätten des Oberhalbstein (Graubünden, Schweiz).

Von **F. P. Müller**, Basel.

In dem Gebiet der Talschaft Oberhalbstein, welche dem mittleren Teile des Kantons Graubünden angehört, finden sich an mehreren Stellen kleine Manganerzlager (vergl. z. B.: C. Schmidt: „Asphalt, Steinsalz, Erze". Handwörterbuch der schweiz. Volkswirtschaft etc. 3. 1907. p. 130—131, Literatur p. 150). Das Erz, oxydisches Manganerz, tritt, lokal angereichert, in derben Klumpen oder linsenartigen Massen auf. Es findet sich immer in Begleitung von roten Kieselschiefern, welche allgemein als Radiolarite bezeichnet werden. Die Natur dieser sogen. Radiolarite ist jedoch durchaus nicht völlig aufgeklärt. In unserem Falle gelang es nicht, trotz mikroskopischer Untersuchung von zahlreichen Proben, die geringsten Spuren organischer Reste darin nachzuweisen.

Manganerze und rote Kieselschiefer liegen in einer Serie von grauen und grünen Ton- und Kalkschiefern und konkordant eingelagerten eruptiven Bildungen, Serpentinen und Spiliten. Die Manganerze erscheinen immer in der Nähe von bedeutenden Serpentinlagen. Dieser Faktor im Verein mit der petrographischen Beschaffenheit der Erze, über welche anderorts berichtet werden soll, machen es wahrscheinlich, daß die Lagerstätten mit Kontakterscheinungen in Zusammenhang zu bringen sind. Auch dürfte es durchaus nicht ausgeschlossen sein, daß die roten Kieselschiefer in unserem Falle ihren heutigen Charakter eben derselben Wirkung verdanken.

Der endgültigen Entscheidung über die genetischen Verhältnisse der Lagerstätten stellen sich indessen Schwierigkeiten entgegen mit den starken Ortsveränderungen, welche die ganze Gesteinsmasse unter dem Einfluß tektonischer Vorgänge (Überschiebungen in großem Stil) erlitten hat.

Das derbe Manganerz tritt im allgemeinen mit reichlich vorhandenem körnigem Quarz auf. In enger Verbindung mit dem Erz erscheinen die im folgenden genannten Begleitmineralien. In bezug auf dieselben ist vorauszuschicken, daß es sich fast ausschließlich nur um körnige Massen und häufig nur kleine Mengen, nicht aber um wohlkristallisierte Mineralien handelt.

Bekannt war bis jetzt das Vorkommen von Zoisit und Epidot.

(Ch. Tarnuzzer: „Die Manganerze bei Roffna im Oberhalbstein". Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1893. p. 234—237.)

Der Zoisit erscheint recht häufig als strahlig-blättrige, gelblichgrüne Aggregate in den körnigen Quarzmassen der Lagerstätten.

Im engsten Zusammenhang mit dem Erz findet sich der makroskopisch braunrötlich ausschauende Epidot. Er bildet einzelne Adern im derben Erz, die jedoch mannigfach durch jüngere Quarzadern unterbrochen sind und erscheint in haarartigen Aggregaten, deren Fäserchen zu den Salbändern der Adern senkrecht stehen. Das Mineral zeigt unter dem Mikroskop ziemlich starken Pleochroismus und strahlige Formen.

Als mineralogische Neuigkeit ließ sich in Dünnschliffen das Vorhandensein von Piemontit (Manganepidot) nachweisen (Alp digl Plaz). Das Mineral zeigt die allgemeinen Eigenschaften des Epidot und läßt sich eindeutig erkennen an seinem typischen Pleochroismus von hellorange (𝔞) zu einem Violett mit Stich ins Rote (𝔟) bis braunrot (𝔠).

Der Piemontit fand sich in kleinen, frischen, aber schlecht umrandeten Individuen unmittelbar an der Erzmasse und teilweise eingeschlossen in einer unregelmäßigen, pleochroitischen Masse, die als gewöhnlicher Epidot gedeutet wurde.

Vom mineralogischen Standpunkte kommt diesem Funde einige Bedeutung zu, weil außer von Saint-Marcel, Aostatal, Piemont, welches Vorkommen dem Mineral den Namen eingetragen hat, weitere in den Alpen, zumal in der Schweiz, bis jetzt anscheinend nicht bekannt sind.

In geringen Mengen kommt Rhodochrosit (Mangan-Karbonat) vor. Er bildet weiße bis rötlichbraune, dichte Stufen, welche unter dem Mikroskop vorwiegend als ein Gemenge von dichtem Quarz und rundlich-strahligen Aggregaten von Mangan-Karbonat erscheinen. Eine qualitative Analyse von reinem Material ergab reichen Gehalt an Mn und CO_2. Das Mineral tritt in unmittelbarer Berührung mit dem oxydischen Erz auf.

In ähnlich aussehenden Stufen findet sich Rhodonit (Mangan-Silikat) gemengt mit feinkörnigem Quarz. Er bildet rosafarbene, feinkörnige Massen in direkter Angrenzung an oxydisches Erz. Unter dem Mikroskop erkennt man den sehr blaßrötlichen Rhodonit in einem körnigen Gewirr oft beinahe idiomorpher, spindelförmiger Kristalle, welche gute Spaltbarkeit zeigen, eine Lichtbrechung von rund 1,7 und Doppelbrechung von 0,010—0,015 aufweisen.

Eine weitere Mineralsubstanz, welche mit Manganerz gefunden worden ist (Alp Err), wurde nach chemischer Untersuchung als ein wasserhaltiges Mangansilikat erkannt. Eine vorläufige Analyse ergibt:

SiO_2	47,15
Al_2O_3	5,09
Fe_2O_3	0,36
MnO	36,89
CaO	Spur
MgO	2,99
CuO	Spur
Na_2O	0,07
K_2O	1,21
H_2O	6,24
	100,00 %.

Dieses vorläufige Resultat läßt eine Berechnung nur schlecht zu. Die physikalischen Eigenschaften der Substanz sind kurz folgende:

Kupferrot-braune Farbe, metallischer Glanz; H = 3,5, spröde, mit unvollkommen glimmerartigen Absonderungen; spezifisches Gewicht wurde bei der Trennung mit schwerer Flüssigkeit erkannt als eine Spur kleiner als bei Quarz (2,65). Die mikroskopische Untersuchung ergibt: Lichtbrechung zwischen 1,54 und 1,55; Doppelbrechung 0,025—0,027; Pleochroismus gelblichbraun nach $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$, farblos nach $\mathfrak{a}$. Spaltung in einer Richtung gut, quer dazu undeutliche Querrisse. Auslöschung gerade oder fast gerade in bezug auf die besten Spaltrisse; optisch negativ meist einachsig, schwache Achsenwinkel (2 E ca. 30°) wurden vereinzelt gefunden. $\mathfrak{a} \perp$ zur besten Spaltrichtung.

Diese Substanz ist in allen Schliffen, wie auch makroskopisch erkennbar, in stark verbogenem Zustand. Auch größere Individuen zeigen keine kristallographische Umrandung und lösen sich auf in ein Wirrwarr verbogener und verdrückter Fetzen. Die ganze Masse umsäumt undeutlich idiomorph ausgebildete Quarzindividuen, welche makroskopisch als Stengel und Lamellen auftreten und annähernd parallel verlaufen mit den größeren Individuen des rotbraunen Minerales. Dasselbe tritt als geschlossene Masse zwischen Manganerz auf, wobei die Kristallindividuen mit dem Quarz annähernd senkrecht zur Grenzfläche zwischen Erz und rotbrauner Masse gestellt sind.

Randlich geht das rotbraune Mineral ziemlich unvermittelt über in eine gleichausgebildete Mineralsubstanz, welche als einzigen Unterschied schwarzbraune Eigenfarbe zeigt und im Dünnschliff dunkelbraun erscheint.

Im ganzen ist ersichtlich, daß der Mineralbestand der Manganerz-Lagerstätten in Oberhalbstein demjenigen der wegen seiner Mineralienfunde einst bekannten Lager von Saint-Marcel im Aostatal analog ist, wogegen als Unterschied die fast fehlende kristallographische Ausbildung der Mineralien der Oberhalbsteinischen Vorkommen im Vergleich zu den bekannten schönen Formen des Aostatales betont werden muß.

Min. und Geol. Institut, Universität Basel.

Zur Genese von Speiskobalt und Chloanthit auf Erzgängen.

Von **A. Beutell** in Breslau.

Mit 12 Textfiguren.

(Schluß.)

Die auffallendste Erscheinung an polierten und geätzten Schliffen ist die zierliche Schichtung, die uns allenthalben entgegentritt. Fig. 1 zeigt ein solches, bei 16facher Vergrößerung

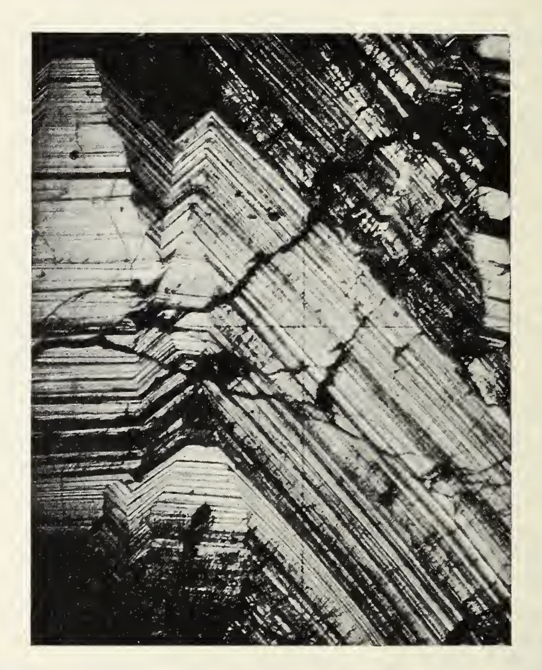


Fig. 1. Speiskobalt von Riechelsdorf. Vergr. 1 : 16.

aufgenommenes Bild eines Speiskobalts von Riechelsdorf in Hessen. Was die Entstehung betrifft, so kann Schichtung ebensogut durch Abscheidung aus Lösung wie aus Dampf hervorgehen. Man wird beim Anblick von Fig. 1 an Achat erinnert, doch führt ein näherer Vergleich zu wesentlichen Unterschieden. Zunächst ist die Feinheit der Schichtung beim Speiskobalt eine viel höhere als beim Achat. Bei dem feinst gebänderten Achat, den ich in der hiesigen Sammlung auffinden konnte, betrug die durchschnittliche Schichtdicke etwa 0,1 mm; bei dem hier abgebildeten Speiskobalt, der durchaus nicht zu den am feinsten geschichteten gehört, beträgt sie nur 0,01 mm. Die zehnmal größere Feinheit allein würde

die Entstehung aus Lösung zwar nicht unmöglich erscheinen lassen, doch tritt als erschwerender Umstand hinzu, daß die aufeinanderfolgenden Schichten aus zwei verschiedenen Substanzen, nämlich aus As_2Co und As_5Co_2 bestehen. Es müßten mithin zu ihrer Entstehung zwei, immer abwechselnd zirkulierende Lösungen angenommen werden. Es gäbe hierfür drei Möglichkeiten:

1. Die in den Gängen zirkulierenden Wässer nehmen ihren Weg abwechselnd durch verschiedene Erzschichten und führen deshalb das eine Mal As_2Co und das andere Mal As_5Co_2 in Lösung. Daß sich dieselbe Erscheinung, welche schon für einen Fundort wenig wahrscheinlich klingt, überall wiederholen sollte, ist ausgeschlossen.

2. Wechselnde Temperatur könnte die Ursache sein, wobei man dem einen der beiden Arsenide eine viel größere Löslichkeit bei hoher Temperatur zuschreiben könnte als dem anderen. Da die Temperatur der zirkulierenden Lösungen von der Temperatur der ganzen Umgebung abhängt, so müßte der ganze Schichtenkomplex eine periodisch wechselnde Temperatur aufweisen, was ebenfalls zu verwerfen ist.

3. Durch wechselnden Druck könnten die Löslichkeitsverhältnisse geändert werden. Auch diese Annahme ist unhaltbar, weil die Löslichkeit fester Körper vom Druck fast gar nicht beeinflußt wird.

Beim Achat sind diese Schwierigkeiten nicht vorhanden, weil sich die aufeinanderfolgenden Schichten hauptsächlich durch ein nur spurenweise beigemischtes Pigment unterscheiden.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Bildung durch Sublimation, weil die Arsenaufnahme eine von Druck und Temperatur stark beeinflußte Funktion ist. An periodische Schwankungen der Temperatur ist zwar aus den eben angeführten Gründen nicht zu denken, doch sind auf den Kobalterzgängen Druckschwankungen zu erwarten, weil sich die hochgespannten Gase und Dämpfe von Zeit zu Zeit einen Ausgang bahnen werden, der sich dann hinterher wieder verstopft. War vor dem Gasausbruch z. B. die Arsentension bei der herrschenden Temperatur für die Bildung von As_5Co_2 geeignet, so kann sich bei Druckverminderung nur noch ein niederes Arsenid bilden, und so folgte auf die Schicht des Pentarsenids eine Schicht des Biarsenids As_2Co oder eines noch niederen Arsenids. Erst wenn die Arsentension durch Verdampfen gediegenen Arsens oder durch Zersetzung höherer Arsenide, welche infolge der Druckverminderung nicht mehr bestehen können, wieder auf die alte Höhe gestiegen ist, bildet sich eine neue Schicht des Pentarsenids. Abwechselnde Schichten von verschiedener chemischer Zusammensetzung erscheinen bei der Bildung des Speiskobalts durch Sublimation als notwendige Folge der Druckschwankungen, während sie bei der Bildung aus Lösung unerklärlich bleiben.

Allgemein bekannt ist an den Speiskobaltkristallen die bauchige Beschaffenheit der Flächen, welche unwillkürlich die Vorstellung erweckt, daß sie gequollen sind. Das mikroskopische Bild geätzter Schliffe hat unsere Kenntnisse insofern erweitert, als es uns enthüllt hat, daß im Innern der Kristalle meist das schwarze Pentarsenid $As_5 Co_2$ zu finden ist, von dem aus radiale Sprünge verlaufen (dies. Centralbl. 1916. p. 211/13. Fig. 11/14). Nachdem durch die Sinterungsversuche festgestellt ist, daß bei der Entstehung von höheren Kobaltarseniden (wie $As_5 Co_2$ und $As_3 Co$) eine so große Volumvermehrung eintritt, daß bereits gesinterte Arsenide wieder zerfallen, ist der Grund für die Quellung und die gewölbten Kristallflächen gefunden. Fig. 2 stellt einen polierten und mit Salpeter-



Fig. 2. Chloanthit von Freiberg. Vergr. 1 : 4.

säure angeätzten Schnitt durch eine Kristallgruppe von Chloanthit aus Freiberg dar. In der Mitte des Bildes befindet sich ein verästelter Hohlraum, der vermutlich ursprünglich mit Arseniden ausgefüllt war, welche sich nachträglich durch zirkulierende Grubenwässer gelöst haben; auch die beiden eckigen, links und rechts liegenden schwarzen Flecke sind Löcher. Am Rande sieht man deutlich die Wölbung der Kristallflächen und den schaligen Aufbau. Die Schalen sind gehoben und zeigen (namentlich rechts oben) Sprünge sowohl parallel als senkrecht zur Schichtung, in welche hinterher Quarz eingedrungen ist. Auch hier wird das Innere der Kristalle von dem dunkel angefärbten, porösen Pentarsenid $As_5 Co_2$ gebildet, welches durch Quellung die Sprünge und die Wölbung hervorgerufen hat. Abweichend von Speiskobaltschliffen war die Färbung hier nicht rein schwarz, sondern zeigte schwache Regen-



Fig. 3. Speiskobalt von Schneeberg. Vergr. 1 : 5.

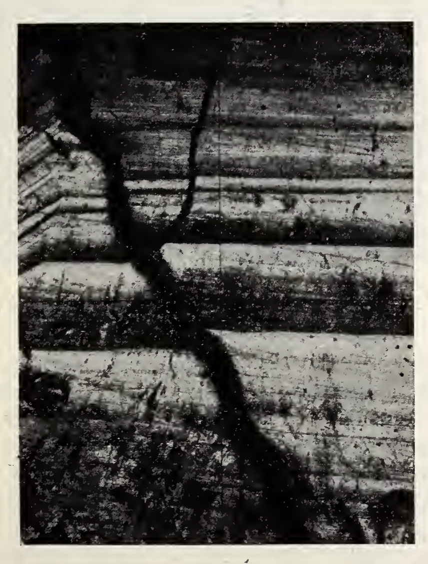


Fig. 4. Speiskobalt von Riechelsdorf. Vergr. 1 : 50.

bogenfarben, welche durch Verunreinigungen des Erzes bedingt sein mögen.

Fig. 3 gibt eine durch den inneren Druck der sich bildenden höheren Arsenide völlig zersprengte Kristallgruppe von Schnee-

berger Speiskobalt wieder, deren Fragmente in der Folgezeit durch Quarz verkittet worden sind. Die feinen und scharfen Konturen sind hierbei verloren gegangen, weil der ganze Kristall von mikroskopischen Sprüngen durchsetzt ist.

Fig. 4 zeigt eine mikroskopische Verwerfung eines Speiskobalts von Riechelsdorf in Hessen, die wiederum die Wirkung des inneren Druckes veranschaulicht, der durch die fortschreitende Arsenierung ausgelöst wurde. Das Präparat läßt außerdem erkennen, daß die bei schwacher Vergrößerung vorgetäuschten Über-



Fig. 5. Speiskobalt von Riechelsdorf. Vergr. 1 : 50.

gänge zwischen der helleren und dunkleren Substanz durch Einlagerungen des Pentarsenids in das Biarsenid verursacht sind. Die quer zur Schichtung verlaufende dunkle Ader ist ein mit Kalkspat ausgefüllter Sprung.

Die durch Fig. 5 veranschaulichte, in derben Varietäten verbreitete Breccienstruktur, welche von einem Riechelsdorfer Speiskobalt herrüht, ist ebenfalls ein Beweis für die bei der Arsenierung erzeugten heftigen Druckkräfte. Endlich dürften auch die linienartig feinen, dunklen Lamellen, welche die ursprüngliche Schichtung durchschneiden und welche, wie bei der mikroskopischen Untersuchung gezeigt wurde (a. a. O.), dem Pentarsenid As_5Co_2 eigen sind, durch Druck hervorgerufenen Zwillingsbildungen darstellen.

Die hier bildlich zur Anschauung gebrachten Druckkräfte sind eine weitere Stütze der Sublima-

tionshypothese; durch hydrothermale Prozesse sind diese Erscheinungen kaum zu erklären.

Manche, namentlich nickelreiche Speiskobalte besitzen einen porösen, schlackenartigen Aufbau, der wiederum auf die Bildung aus dem Dampfzustande hinweist. Einen solchen Schliff eines Chloanthits von Freiberg zeigt Fig. 6. Schon mit bloßem Auge sind zahlreiche Einschlüsse von Rotnickelkies zu erkennen, welche sich durch ihre rötliche Farbe von der fast silberweißen Grundmasse abheben. Beim Ätzen mit verdünnter Salpetersäure nimmt der Rotnickelkies schöne Kupferfarbe an, wobei deutlich strahlig kristalliner Aufbau zutage tritt. Namentlich an der rechts oben befindlichen, auf der Photographie dunkel erscheinenden Partie tritt dies deutlich hervor; nur die ganz hellen Stellen bestehen aus Chloanthit. Er macht



Fig. 6. Chloanthit von Freiberg. Vergr. 1 : 5.

den Eindruck der Sinterung, denn er läßt auch nach dem Ätzen keinerlei Struktur oder Schichtung erkennen; es scheint, daß die Mischung der Kobalt- und Nickelbiarsenide leichter schmilzt als die beiden Komponenten für sich, was ja bei Legierungen eine bekannte Tatsache ist. Die dunklen Stellen in der Mitte, welche von weißem Chloanthit umrahmt sind, rühren von Löchern her. Dieser strahlige Aufbau tritt durchaus nicht bei allen Rotnickelkiesen auf, wie z. B. der derbe Speiskobalt von Riechelsdorf beweist, welcher in Fig. 7 dargestellt ist. Der auf der Photographie fast schwarz erscheinende Kern von Rotnickelkies verrät zwar durch seine stellenweise geradlinige Begrenzung Kristallisation, doch fehlt ihm jede Struktur. Er ist umgeben von einer Zone des bräunlich gefärbten Sesquiarsenids As_3Co_2, und erst weiter nach außen sind die Konturen der Speiskobaltkristalle und die feine Schichtung sichtbar.

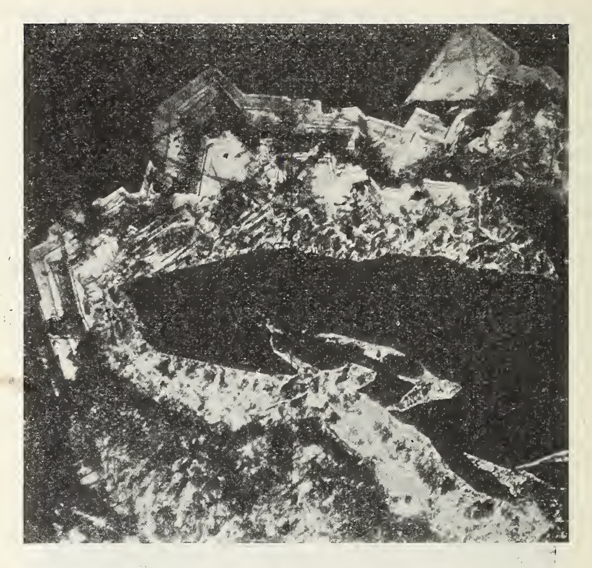


Fig. 7. Speiskobalt von Riechelsdorf. Vergr. 1 : 50.

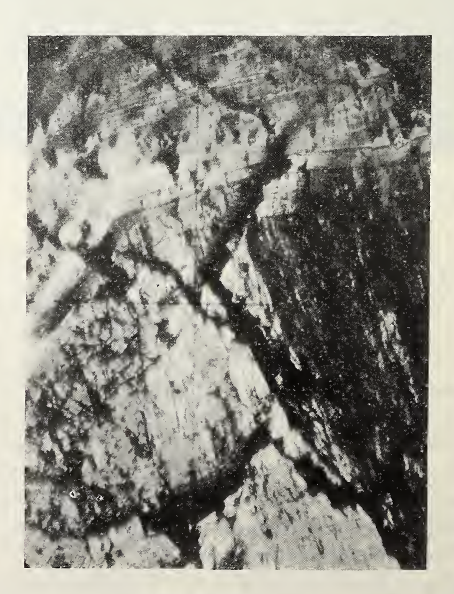


Fig. 8. Speiskobalt von Schneeberg. Vergr. 1 : 50.

Eine sehr wichtige Rolle spielt ohne Zweifel auch die nach der Entstehung des Speiskobalts eingetretene Umkristallisation und Sammelkristallisation, die wesentlich von der Dauer der Bildungsperiode und der darauf folgenden langsamen Abkühlung abhängt. Fig. 8 führt einen Schliff von Schneeberg vor, der nicht genügend ausgereift ist. Das dunkel angefärbte Pentarsenid $As_5 Co_2$ ist unregelmäßig oder strahlig, und zwar im allgemeinen quer zur Schichtung angeordnet; erst allmählich tritt durch Sammelkristallisation eine scharfe Trennung der verschiedenen Komponenten ein.



Fig. 9. Speiskobalt von Riechelsdorf. Vergr. 1 : 50.

Auch die folgende Fig. 9, die von einem Speiskobalt von Riechelsdorf stammt, läßt erkennen, daß das dunkel angefärbte Pentarsenid noch nicht völlig umgeordnet ist. Neben der ursprünglichen Schichtung, die von rechts nach links verläuft, erscheinen bereits schräg von oben nach unten gerichtete, haarscharfe Lamellen, doch sind auch noch größere, unregelmäßige Partien von Pentarsenid vorhanden, die noch der Verteilung harren. Das Endresultat in chemischer und kristallographischer Beziehung stellen die am stärksten arsenierten Speiskobalte, die sogenannten Tesseralkiese dar; Fig. 10 bringt einen solchen zur Anschauung. Das Erz besteht ausschließlich aus den beiden höchsten Arseniden, nämlich $As_5 Co_2$ und $As_3 Co$, welch letzteres die helle Grundmasse bildet. Das dunkel angefärbte Pentarsenid ist in feinen Lamellen-

systemen angeordnet, die sich in verschiedenen Richtungen schneiden[1]. Die Trennung der beiden Komponenten ist hier eine vollständige; die dunklen, unregelmäßigen Flecke rühren nicht von Pentarsenid, sondern von Vertiefungen her.

Die bisherige Untersuchung habe ich unter der stillschweigenden Voraussetzung durchgeführt, daß Kobalt, Nickel und Eisen beim Eindringen der Arsendämpfe bereits in den Gängen vorhanden waren. Da, wie in der Einleitung erwähnt wurde, die Gangspalten nach der allgemeinen Ansicht lange vor der Bildung des

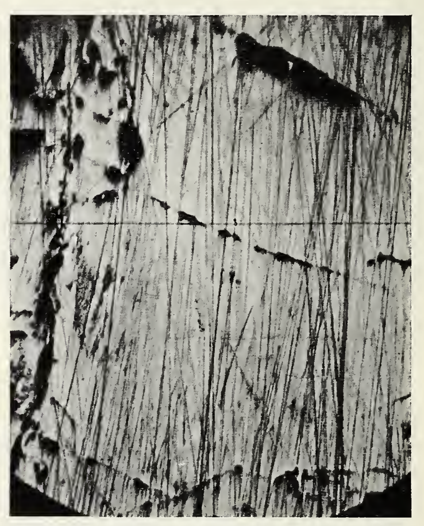


Fig. 10. Tesseralkies von Skutterud. Vergr. 1 : 50. (Wiederholt aus „Mikroskopische Untersuchung" etc.)

Speiskobalts aufgerissen waren, und da sich vor der Erzbildung bereits sehr energische, hydrothermale Prozesse auf den Gängen abgespielt hatten, so ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß hierbei das Kobalt in irgendeiner Form, zusammen mit Nickel und Eisen, zurückgeblieben ist. Eine solche Epoche mit Temperaturen, die unter der kritischen Temperatur des Wassers liegen, mußte der Ablagerung des Speiskobalts naturgemäß vorausgehen, denn die Erhitzung kann auf den Erzgängen nicht auf einen Ruck bis auf 400^0 oder 500^0 angestiegen sein. Ich habe die Diskussion über die Herkunft der Metalle absichtlich bis hierher verschoben, weil sie die Kenntnis der Temperaturverhältnisse und

[1] Genauere Angaben finden sich in der vorher veröffentlichten Arbeit des Verf.'s (dies. Centralbl. 1916. p. 180—185, 206—221), der die Figur entnommen ist.

zum Teil auch die übrigen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit voraussetzt.

Es ist zunächst zu untersuchen, ob andere Möglichkeiten für die Bildung des Speiskobalts durch Sublimation vorhanden sind. Zunächst wäre die Frage aufzuwerfen, ob nicht die verschiedenen Kobalt- und Nickelarsenide innerhalb der Versuchstemperaturen flüchtig sind. Schon die Tatsache, daß die synthetischen Versuche keinen Anhalt für die Flüchtigkeit der Arsenide geliefert haben, ist als Widerlegung dieser Annahme zu betrachten. Bei der entscheidenden Bedeutung, welche die Frage für die ganze Untersuchung besitzt, war jedoch ein direkter Beweis wünschenswert, denn man könnte den Einwand erheben, daß wegen des überschüssigen Arsens, welches bei sämtlichen Versuchen verwandt wurde, schwache Destillate übersehen werden konnten. Ich brachte daher synthetisch dargestelltes Pulver von As_2Co in ein Kaliglasrohr von 8 cm Länge und setzte dasselbe nach dem Auspumpen und Zuschmelzen so in den elektrischen Ofen, daß sich nur das Ende mit dem Pulver in der heißesten Zone befand. Nach 14stündigem Erhitzen auf 600^0 hatte sich keine Spur eines Destillats gebildet; an eine merkliche Flüchtigkeit der Arsenide innerhalb des Bildungsintervalls des Speiskobalts ist also nicht zu denken.

Als letzte Möglichkeit bleibt die Annahme, daß dieselben Magmen, welche die Arsendämpfe ausgestoßen haben, auch Metalldämpfe exhaliert hätten. Da metallisches Kobalt, Nickel und Eisen bei den Temperaturen der Silikatschmelzflüsse noch nicht verdampfen, könnten nur Dämpfe der Halogenverbindungen, wie Choride und Fluoride, in Betracht kommen. Daß letztere flüchtig sind, ist bekannt, doch fehlen nähere Angaben in der Literatur. Es war daher nötig, Versuche über die Flüchtigkeit der betreffenden Salze zwischen 400^0 und 500^0 anzustellen. Ich benutzte zu meinen Versuchen Kobaltchlorid und Kobaltfluorid, welches geringe Mengen von Nickel und Eisen enthielt, weil ich dann gleichzeitig auch einen Einblick in das Verhalten der Verunreinigungen erhielt. Das Salz wurde in ein Porzellanschiffchen gebracht, welches in ein Kaliglasrohr geschoben und im elektrischen Ofen unter Überleiten eines Stromes von Chlorwasserstoffgas erhitzt wurde. Der Gasstrom wurde durch Zutropfen von konzentrierter Schwefelsäure in starke, wässerige Salzsäure erzeugt.

Ein bei 400^0 während 6 Stunden durchgeführter Versuch lieferte keine Spur eines Destillates von Kobaltchlorid und Nickelchlorid, hingegen fand sich am Ausgang des Rohres ein gelber Ring von Eisenchlorid. Dasselbe Resultat hatte ein sechsstündiger Versuch bei 490^0; auch hier war nur etwas Eisenchlorid abdestilliert. Bei 580^0 jedoch zeigte sich ein schwaches Destillat von allen drei Chloriden, und zwar fand sich, nachdem das Rohr

die Nacht hindurch an der Luft gelegen hatte, 4 cm vom Schiffchen entfernt ein schwacher, 5 cm langer pfirsichroter Ring von Kobaltchlorid, an den sich ein $\frac{1}{2}$ cm breiter von grünem Nickelchlorid anschloß; nahe am Ende des Rohres war wieder ein gelber Ring von Eisenchlorid zu beobachten. Aus der Reihenfolge der drei Sublimate geht deutlich hervor, daß das Eisenchlorid den niedrigsten und das Kobaltchlorid den höchsten Siedepunkt besitzt, während das Nickelchlorid zwischen beiden die Mitte hält.

Parallelversuche, welche mit Kobaltfluorid bei den gleichen Temperaturen unter Überleiten von Chlorwasserstoffgas durchgeführt wurden, hatten das gleiche Ergebnis.

Somit sind zwischen 400^0 und 500^0 weder die Chloride noch die Fluoride von Kobalt und Nickel flüchtig; gleichzeitiges Auftreten der Salzdämpfe der beiden Metalle mit Arsendampf ist im Bildungsintervall des Speiskobalts ausgeschlossen.

Nach den negativen Resultaten, welche mit den Halogenverbindungen zwischen 400^0 und 500^0 erhalten wurden, bleibt die Bildung des Speiskobalts auf die Einwirkung von Arsendämpfen auf feste Kobalt-, Nickel- und Eisenverbindungen zurückgeführt. Daß sich auf diese Weise eine feine Haut von Arseniden bilden kann, ist ohne weiteres einleuchtend. Anders liegt es jedoch mit den dicken Krusten von Speiskobalt, weil diese ohne eine Wanderung der Metalle nicht verständlich sind.

Auf die Wichtigkeit von Diffusionserscheinungen zwischen festen Körpern ist in letzter Zeit verschiedentlich hingewiesen worden. Das bekannteste Beispiel ist wohl die Wanderung von Gold in Blei, welche Roberts-Austen (Phil. Trans. **187 A.** 1896. p. 283) erkannt und experimentell untersucht hat. Auch F. Rinne lenkt in seiner Arbeit „Salzpetrographie und Metallographie im Dienste der Eruptivgesteinskunde“ (Fortschritte der Mineralogie etc. 1911. **1.** p. 181—220) das Interesse der Mineralogen auf die Diffusionsvorgänge im festen Aggregatzustande. Für Silikatschmelzen haben die Diffusionserscheinungen eine ausführliche Bearbeitung durch Kurt Endell gefunden (N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. II. p. 129—154). Über Erze speziell liegen keine Beobachtungen vor, doch hat ein von mir zu diesem Zwecke unternommener Versuch interessante Aufschlüsse geliefert.

Gelegentlich der Untersuchungen am Hauerit (dies. Centralbl. 1913. p. 758—767), der bekanntlich die Eigenschaft besitzt, ein Silberblech zu schwärzen, hatte ich gefunden, daß der Schwefel das Silber im Vakuum schwärzt, ohne mit ihm in Berührung zu sein. Auf den Silberblechen zweier solcher Röhrchen, die jetzt etwas über zwei Jahre liegen, ragen aus dem sammetschwarzen Überzug von Schwefelsilber Kriställchen von Silberglanz heraus, was ohne Wanderung der Silberatome nicht denkbar ist. Da die

Diffusion mit steigender Temperatur sehr rasch zunimmt, so wiederholte ich den Versuch mit Silber und überschüssigem Schwefel im Vakuum bei 450°. Schon nach 24 Stunden war das ganze Blech mit einem glitzernden, kristallinen Überzug von Schwefelsilber bedeckt; an einem Ende saßen bereits kleine Kriställchen. Nach weiteren 24 Stunden zeigte die ganze Oberfläche wulstartige Erhebungen, neben denen einige deutliche Rhombendodekaeder zu erkennen waren. Zu meiner großen Überraschung war am Ende des vierten Tages das Silberblech verschwunden, und es fand sich an seiner Stelle eine Kristallkruste von Silberglanz vor, deren Umrisse mit der ursprünglichen Form des Blechs nichts mehr gemein hatten. Fig. 11 gibt ein Schattenbild der vielfach durchlöcherten Kristallkruste; das punktierte Rechteck stellt die ursprüngliche Form des Silberblechs dar. An der linken Seite besitzt das Blech dünnstielige, pilzartige Auswüchse, die mit den Köpfen zusammengewachsen sind.



Fig. 11. Wanderung des Silbers im festen Aggregatzustande. Vergr. $1 : \frac{4}{3}$.

Sollte es sich hier wirklich um eine Wanderung der Silbermoleküle im festen Aggregatzustande handeln? Es erschien zunächst nicht ausgeschlossen, daß infolge einer vorübergehenden Temperaturerhöhung das Silbersulfid geschmolzen war. Um diesen Zweifel zu beseitigen, wurde die Temperatur des Ofens soweit erniedrigt, daß die Schwankungen, welche höchstens $\pm$ 5° betragen, keine Störungen mehr verursachen konnten. Der neue bei 350° durchgeführte Versuch verlief, trotzdem Schmelzung ausgeschlossen war, nicht anders als der vorige. Auch hier war die Form des Silberblechs verloren gegangen, und am Rande zeigten sich dieselben pilzartigen Auswüchse, deren Köpfe z. T. wie abgerundete Rhombendodekaeder aussahen. Auf der Oberfläche fanden sich zahlreiche, etwa 1 mm große, glänzende Kristalle, welche teils modellartig ausgebildet, teils in der Richtung einer trigonalen Achse verlängert und mitunter so dünn waren, daß sie wie Borsten aussahen. Einige Rhombendodekaeder saßen auf etwa 3 mm langen, freistehenden, ganz dünnen sechsseitigen Prismen und erinnern in ihrer Form lebhaft an die sogenannten Zepterquarze.

Daß sich die Silbermoleküle aus der Oberfläche des Blechs herausheben und Wanderungen in recht

bedeutendem Umfange vollführen können, geht aus den Versuchen unzweifelhaft hervor. Es bleibt jedoch noch unentschieden, ob es sich hierbei um reine Diffusionserscheinungen handelt, oder ob eine vorübergehende Lösung des Silbersulfids in dem überschüssigen Schwefel oder gar die Bildung eines höheren Sulfids in Frage kommt.

Es wurde daher ein neuer Versuch angestellt, bei dem nun so viel Schwefel angewandt wurde, wie der Formel SAg_2 entsprach (0,1890 g Silberblech und 0,0280 g Schwefel). Nach 48 Stunden langem Erhitzen bei 400^0 war sämtlicher freier Schwefel verschwunden; die Umgrenzung des Blechs war unverändert erhalten, nur war es an einigen Stellen durch Trennung der oberen und unteren Silbersulfidschicht aufgebläht. Definierbare Kristalle waren nicht zu erkennen, doch sah die ganze Oberfläche kristallinisch aus. Nach weiterem 24 Stunden durchgeführten Erhitzen auf 400^0 war keine merkliche Änderung eingetreten. Erst nach Zusatz von mehr Schwefel traten schon nach 24 Stunden dieselben Erscheinungen wie in den ersten Versuchen auf. Außer einigen modellartigen Rhombendodekaedern waren haarförmige Säulchen aus dem Silberblech hervorgewachsen. Somit ist für das Gelingen der Versuche ein Überschuß von Schwefel erforderlich. Trotzdem ergab die Wägung des Blechs, daß nur genau die äquivalente Schwefelmenge aufgenommen war, und daß daher weder eine Lösung des Schwefelsilbers in überschüssigem Schwefel noch die Bildung eines höheren Sulfids nachweisbar war.

Genetisch sind die Versuche deshalb wichtig, weil bei allen Erzen, die durch Sublimation entstanden sind, ähnliche Verhältnisse auftreten müssen. Ebenso wie die Silberglanzkristalle in den Schwefeldampf können die Speiskobalt- und Chloanthitkristalle in den Arsendampf hineinwachsen unter gänzlichem Verschwinden der Kobalt- und Nickelverbindungen, aus denen sie entstanden sind.

Ermutigt durch den günstigen Verlauf der Versuche mit Schwefelsilber habe ich auch die künstliche Darstellung von Chloanthit und Speiskobalt versucht. Es wurde mit Nickel begonnen, weil wegen des Fehlens des Triarsenids höhere Temperaturen benutzt werden konnten, während die Darstellung des Speiskobalts an die Temperatur von etwa 400^0 gebunden ist. Ein massiver Nickelwürfel wurde im Vakuumrohr bei 570^0 mit überschüssigem Arsen erhitzt. Die vorher metallisch glänzende Oberfläche nahm hierbei eine bleigraue Färbung an, wurde rauh und zeigte zahlreiche kleine Erhebungen. Nach drei Tagen war die Oberfläche allenthalben aufgebläht, wobei sich eine 0,2 mm dicke Rinde von Nickelarsenid loslöste, welche auf der Bruchfläche Metallglanz und die charakteristische zinnweiße Farbe des Chloanthits zeigte. Außerdem war deutliche Schichtung zu erkennen, welche parallel der Oberfläche verlief. Dieselbe war durch die Temperatur-

schwankungen entstanden, welche bei dem täglichen Herausnehmen des Rohres aus dem Ofen unvermeidlich waren. Kristalle hatten sich leider nicht gebildet, doch ist dies nicht zu verwundern, weil der Kristallisationsvorgang häufig von fremden Beimengungen abhängt, die auf Erzgängen in Menge vorhanden sind, jedoch hier gefehlt haben. Wegen des Loslösens der Rinde vom Nickelkern würde die Arsenierung ungefähr in demselben Tempo fortschreiten, und dann wäre in fünf Monaten eine Rinde von 1 cm Dicke zu erwarten. Wenn auch die Arsenierung in den Erzgängen infolge der Anwesenheit anderer Gase und noch mehr, weil das Nickel nicht als Element, sondern als Verbindung vorliegt, langsamer vor sich gehen dürfte, so weist der Versuch doch darauf hin, daß zur Genese der Nickelarsenide nur ein ziemlich begrenzter Zeitraum erforderlich war.

Um festzustellen, ob für die Bildung des Chloanthits ein Hydrosilikat in Frage kommen könnte, wurde untersucht, ob sich Garnierit in dem Bildungsintervall von 400—500^0 in Arsenid verwandeln lasse. Durch Glühen entwässertes Garnieritpulver von Neu-Caledonien wurde 24 Stunden im Vakuumrohr mit überschüssigem Arsen erhitzt. Bei 400^0 wurde in 24 Stunden keine Spur Arsen aufgenommen. Bei 450^0 jedoch färbte sich das vorher hellgraue Pulver etwas dunkler, und die Wägung ergab, daß 100 mg in 48 Stunden 0,7 mg Arsen aufgenommen hatten. Erst bei 520^0 ist die Einwirkung lebhafter; das Pulver färbt sich schwarz, und die Gewichtszunahme betrug in 24 Stunden 5,8 mg, d. h. für dieselbe Zeit berechnet etwa 16mal soviel als bei 450^0. Garnierit kommt hiernach für die Chloanthitbildung nicht in Betracht; nach Analogie mit dem Zinnstein wäre eher an oxydische Verbindungen zu denken.

Im Anschluß wurde ein Versuch mit metallischem, sehr grob kristallinem Kobalt angesetzt. Da das Bildungsintervall des Biarsenids As_2Co um 400^0 herum liegt, konnte eine höhere Temperatur nicht angewandt werden, und so war von vornherein mit ziemlich langsamer Arsenaufnahme zu rechnen. In fünf Tagen hatte bei 400^0 ein Stück Kobalt von 13 g nur 321 mg Arsen aufgenommen, wobei es sich mit einem fast schwarzen Überzug bedeckte; Kristallbildung konnte nicht beobachtet werden.

Die chemische wie die mikroskopische Untersuchung spricht in vollem Umfange für die Bildung des Speiskobalts und Chloanthits durch Sublimation, ohne daß sich auch nur die geringsten Anhaltspunkte für hydrothermale Entstehung ergeben hätten. Höchstens die als sekundäre Bildungen auftretenden Ausfüllungen von feinen Sprüngen, die sich hauptsächlich in hocharsenierten Speiskobalten finden, könnten genetisch noch zweifelhaft erscheinen. Die von einem Schneeberger Speiskobalt erhaltene Photographie der Fig. 12 zeigt eine solche sekundäre Ader. Die abgebildete Stelle besteht in der Hauptmasse aus dem schwarz angefärbten Pentarsenid As_5Co_2, dessen grobe Schichtung durch feine, parallel

angeordnete Leisten des Biarsenids As_2Co sichtbar gemacht wird. Die Neubildung liegt am linken Rande des Schliffs und verrät sich als solche durch ihre quer zu den ursprünglichen Ablagerungen, von oben nach unten verlaufende Schichtung.

Abweichend von dem primären Speiskobalt, der stets aus abwechselnden Schichten verschiedener Arsenide aufgebaut ist, besteht der sekundäre ausschließlich aus dem Biarsenid As_2Co. Die feine Schichtung ist hier nicht durch eingelagertes, schwarz angefärbtes Pentarsenid hervorgerufen, sondern durch furchenartige Vertiefungen, welche beim Ätzen entstanden sind und nur in gewissen Stellungen des Schliffes dunkel erscheinen. Deshalb tritt die Schichtung im Bilde nicht so deutlich hervor, wie z. B. in Fig. 1. Wegen dieser konstanten Zusammensetzung könnte man an hydrothermale Bildung denken, doch erklärt sich die Erscheinung wahrscheinlich dadurch, daß zur Zeit der Entstehung dieser sekundären Ausfüllungen die Temperatur schon so weit gesunken war, daß sich keine höheren Arsenide mehr bilden konnten. Der Einwurf, daß in diesem Falle niedere Arsenide als das Biarsenid auftreten müßten, ist nicht stichhaltig, weil dieselben wegen ihrer leichten Zersetzlichkeit längst zerstört sein müssen. Für die Bildung durch Sublimation spricht außerdem die außerordentlich feine Schichtung, welche eine durchschnittliche Dicke von nur 0,005 mm



Fig. 12. Sekundäre Spaltenausfüllung im Speiskobalt von Schneeberg. Vergr. 1 : 50.

aufweist; die Bildung so dünner Häutchen aus einer Lösung ist in feinen Spalten wegen der Kapillarwirkung höchst unwahrscheinlich. Praktische Bedeutung kommt der Beantwortung dieser Frage nicht zu, da es sich nur um ganz untergeordnete, im Vergleich zum primären Speiskobalt, fast verschwindende Mengen handelt.

Ergebnisse.

1. Weder die chemische noch die mikroskopische Untersuchung des Speiskobalts und Chloanthits haben Anhaltspunkte für die Bildung auf hydrothermalem Wege geliefert.
2. Die chemische und mikroskopische Untersuchung weisen unzweideutig auf die Entstehung durch die Einwirkung von Arsendämpfen auf Kobalt-, Nickel- und Eisenverbindungen hin.
3. Nach den synthetischen Versuchen muß als untere Temperaturgrenze auf den Speiskobalt- und Chloanthitgängen die Temperatur von 385° betrachtet werden, bei welcher die Bildung der höheren Arsenide beginnt.
4. Daß auf den Erzgängen die Temperatur von 450° erreicht worden ist, beweist das reichliche Auftreten von Rotnickelkies (AsNi), dessen Zusammenvorkommen mit den höheren Kobaltarseniden (As_2Co, As_5Co_2 und As_3Co) nur durch die bei 450° eintretende Sinterung von AsNi zu erklären ist.
5. Bis auf 510° ist die Temperatur auf den Erzgängen nicht gestiegen, weil in den synthetischen Versuchen, trotz eingetretener Sinterung, bereits in 21 Stunden die Zusammensetzung $As_{1,21}Ni$ erreicht wurde, über welche der natürliche Rotnickelkies nicht hinausgeht.
6. Auch würde bei 510° sämtliches Kobalt in As_3Co verwandelt worden sein, weil sein Bildungsintervall schon bei 450° beginnt.
7. Die Bildung des Speiskobalts auf den Erzgängen hat sich zwischen 385° und etwa 485° vollzogen, doch ist die obere Grenze wahrscheinlich etwas zu hoch angenommen.
8. Die Arsenierung geht beim Kobalt unter außerordentlich starker Volumzunahme vor sich, wodurch bereits gesinterte, niedere Arsenide wieder zerfallen.
9. Aus der großen Volumvermehrung bei der Arsenierung des Kobalts erklärt sich
   a) die bauchige Form der Kristalle,
   b) das Fehlen der niederen Kobaltarsenide, welche dem Rotnickelkies entsprechen würden,
   c) die Breccienstruktur vieler Speiskobalte.
10. Die Chloride und Fluoride von Kobalt und Nickel sind erst von 580° ab merklich flüchtig.
11. Die Wanderung von Metallmolekülen im festen Aggregatzustande wurde an künstlichem Silberglanz nachgewiesen.

Breslau, Mineral. Institut der Universität, Dezember 1915.

Besprechungen.

E. Hupka: Die Interferenz der Röntgenstrahlen. 68 p., 33 Textfiguren und 1 Tafel. Braunschweig 1914. (Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaft und der Technik. Heft 18.)

Nach Ableitung der Laue'schen Fundamentalgleichungen vergleicht Verf. die Laue'sche und die Bragg'sche Theorie, die nach den Darlegungen von G. Wulff und Terada nur formal verschieden sind. Die Herstellung, Auswertung und graphische Übertragung von Röntgenogrammen sowie das Bragg'sche Verfahren zur Gewinnung von Reflexionsspektren samt dessen Verfeinerung durch Darwin und Moseley werden beschrieben; hierauf zeigt Verf., wie diese Bragg'sche Methode einerseits die Wellenlänge der intensivsten Röntgenstrahlung von Pt- und anderen Antikathoden ergab, andererseits die absoluten Gitterkonstanten und die Strukturen von Steinsalz, Sylvin und Diamant zu ermitteln gestattete. Den Schluß bildet je ein Kapitel über Beugung an amorphen Körpern sowie über Beugung von γ-Strahlen in Kristallen.

Dieser erste Versuch einer übersichtlichen Darstellung des neuen Forschungsgebietes ist, wie zu erwarten war, nicht in allen Teilen gleichmäßig gelungen. Absehend von Druckfehlern erwähne ich, daß auf p. 58 (2. Zeile von oben) $AA' = \frac{AB}{4}$ statt $AA' = \frac{AB}{3}$ stehen und die darunter befindliche Figur entsprechend geändert werden muß.

Denjenigen, der das letzte Kapitel zu verstehen sucht, verweise ich auf den klaren und anregenden Bericht von K. Fajans in der Physikal. Zeitschr. **16**. p. 456 ff. 1915, sowie auf das Buch von W. H. Bragg und W. L. Bragg „X-rays and crystal structure". 228 p. 4 Taf. u. 75 Textfig. London 1915 (vergl. das folgende Referat).

Johnsen.

W. H. Bragg and W. L. Bragg: X-rays and cristal structure. London 1915. (228 p., 75 Textfiguren und 4 Taf.)

Bragg Vater und Sohn beschreiben hier in einer zwanglosen Folge von Kapiteln die Methoden und die Ergebnisse ihrer mit dem Nobelpreis gekrönten Untersuchungen.

Die intensivsten Sekundärstrahlen, welche die Flecken des Röntgenogramms erzeugen, sind so gerichtet, als wären sie von den

dichtesten Gitterebenen reflektiert (W. L. Bragg 1913). Der Abstand d zweier nächster gleichwertigen Gitterebenen gehorcht der Gleichung (I) $d = \frac{n\lambda}{2\cos\vartheta}$, wo λ die Wellenlänge, ϑ der Einfallswinkel gegenüber dem Lot der Gitterebene und n eine ganze Zahl ist. Diese Deutung der Helligkeitsmaxima ergibt sich in der Tat, wie G. Wulff 1913 zeigte, aus Laue's drei Fundamentalgleichungen. Formel (I) gilt auch für das speziell Bragg'sche Verfahren, die Reflexionswinkel von Helligkeitsmaximis an Kristallflächen vermittelst einer mit Elektroskop verbundenen Ionisierungskammer zu messen, die nach Art eines Spektrometers gehandhabt wird. Die betreffende Fläche liefert hierbei mehrere Spektra der hellsten Linien des Antikathodenmetalles; die Ordnung des Spektrums ist durch das n der Gleichung (I) gegeben. Wie hiermit an der Reihe KCl, KBr, KJ die Wellenlänge der intensivsten Pt-Linie berechnet wurde, ist bereits in einem früheren Referate (N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. - 1 -) mitgeteilt worden. Freilich haben Bragg's hierbei auch das Verhalten von Steinsalz mit demjenigen jener Reihe verglichen, indem sie Isomorphie annahmen; das Ergebnis ist jedoch glücklicherweise von diesem Irrtum unabhängig.

Nach einmal gelungener Ermittlung einer einzigen Wellenlänge konnten einerseits die Abstände gleichwertiger Gitterebenen beliebiger Kristallarten und andererseits die Wellenlängen beliebiger Röntgenstrahlen nach Formel (I) bestimmt werden, wie z. B. diejenigen von schwächeren Pt-Linien, von Pd-Linien und von Rh-Linien. Übrigens stimmt die Größenordnung dieser λ mit den vorher von A. Sommerfeld theoretisch berechneten (10^{-9} bis 10^{-8} cm) überein.

Daß die von einem Kristall ausgehenden Sekundärstrahlen nicht etwa eine Fluoreszenzstrahlung darstellen, ergibt sich auf zweierlei Art. 1. Die drei hellsten Pt-Linien λ, λ', λ'' werden von zwei verschiedenen Kristallflächen a und b eines und desselben oder verschiedener Kristalle unter den Winkeln ϑ_a, ϑ_a', ϑ_a'' und ϑ_b, ϑ_b', ϑ_b'' derart „reflektiert", daß $\cos\vartheta_a : \cos\vartheta_a' : \cos\vartheta_a'' = \cos\vartheta_b : \cos\vartheta_b' : \vartheta_b''$ ist. 2. Die durch Metallschirme bewirkte Absorption ist die gleiche für die unter $\sphericalangle\, \vartheta_a$ wie für die unter $\sphericalangle\, \vartheta_b$, für die unter $\sphericalangle\, \vartheta_a'$ wie für die unter $\sphericalangle\, \vartheta_b'$ etc. reflektierten Strahlen.

Die Intensitäten I einer und derselben Wellenlänge ergaben sich für die Sekundärstrahlen 1.—5. Ordnung eines einfachen Gitters empirisch (II) $I_1 : I_2 : I_3 : I_4 : I_5 = 100 : 20 : 7 : 3 : 1$.

Durchdringen sich zwei oder mehr Gitter, so kompliziert sich das Intensitätsverhältnis der Gleichung (II). Liegt z. B. zwischen zwei benachbarten Gitterebenen A eines Gitters eine Gitterebene B eines zweiten Gitters so, daß sie deren Abstand halbiert, so müssen offenbar die Spektren ungerader Ordnungen geschwächt werden;

diese Schwächung ist um so größer, je ähnlicher die Masse der Flächeneinheit von A derjenigen von B ist, wenn man die reflektierte Intensität proportional der Masse pro Flächeneinheit annimmt. In der Reihe $NaNO_3$, $CaCO_3$, $\frac{CaMg}{2}CO_3$, $MnCO_3$, $FeCO_3$ sind z. B. die (111)-Ebenen abwechselnd mit Metallatomen M und mit Säureradikalen R besetzt, und zwar bilden die Schwerpunkte der M ein gleiches Netz wie die Schwerpunkte der R. Je ähnlicher also das Gewicht von M demjenigen von R ist, um so mehr wird das Spektrum 1. Ordnung geschwächt; bei $NaNO_3$ ist es am intensivsten, bei $MnCO_3$ und $FeCO_3$ praktisch ausgelöscht.

Sind die Abstände d_1, d_2, d_3 dreier nicht tautozonaler Scharen von Gitterebenen festgestellt, so ergibt sich daraus das Volumen V desjenigen Parallelepipeds π, das von je zwei benachbarten Gitterebenen jeder Schar eingeschlossen wird. Ist ferner m das absolute Gewicht der chemischen Molekel ($m = 1{,}64 \times M \times 10^{-24}$ g, wo M das Molgewicht ist) und D die Dichte der Kristallart, so ist $\frac{DV}{m}$ die Anzahl der von π absorbierten Molekeln.

So haben die Verf. die Struktur folgender Kristallarten und ihrer Isomorphen völlig aufgeklärt: Diamant, Wismut, Kupfer, Steinsalz, Sylvin, Bleiglanz, Zinkblende, Rotkupfererz, Flußspat, Schwefelkies, Kalkspat, Dolomit, Natronsalpeter, Zinkit und Greenockit. Im Diamant bilden die Atome 2 flächenzentrierte Würfelgitter, die um $\frac{1}{4}$ der Diagonale eines flächenzentrierten Würfels W gegeneinander verschoben sind; die Kante von W beträgt $2d_{100} = 3{,}52 \times 10^{-8}$ cm. Die gleiche Struktur kommt der Zinkblende zu, wobei das eine Gitter von Zn-, das andere von S-Atomen gebildet wird; die Kante von W beträgt $2d_{100} = 5{,}40 \times 10^{-8}$ cm. Flußspat besitzt drei ebensolche Gitter; die beiden F-Gitter sind gegen das Ca-Gitter um $\frac{1}{4}$ bezw. $\frac{3}{4}$ in der Diagonale von W in einer und derselben Richtung verschoben; Kante von W gleich $2d_{100} = 5{,}44 \times 10^{-8}$ cm. Wismut besteht aus zwei Gittern mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$, das eine gegen das andere um nahezu $\frac{1}{4}$ des Parameters der Kante [111] verschoben; die Kantenlänge des primitiven Rhomboeders ist gleich $4{,}72 \times 10^{-8}$ cm.

Jede dieser Strukturen besitzt die gleiche Symmetrie wie die Kristallart [wofern man den Atomen gewisse Minimalsymmetrien zuschreibt. Ref.]. Die Beugung wird von Atomen, nicht von Molekeln bewirkt. Die Atome treten im allgemeinen nicht deutlich zu engeren Verbänden (Molekeln) zusammen.

Die Strukturen von Schwefel, Quarz, Natriumchlorat, Eisenglanz, Spinell, Salmiak u. a. konnten noch nicht völlig klargestellt werden; im Salmiak reflektieren die H-Atome, im Natriumchlorat die O-Atome zu schwach, um fixiert werden zu können.

Folgende Wellenlängen wurden gemessen:

Antikathode	$\lambda \times 10^8$ cm
Ag, β	0,491
Pd	0,508
Rh	0,537
Ag, α	0,554
Pd	0,576
Rh	0,615
Pt, C	0,95
Pt, B	1,10
Pt, A	1,32

BRAGG's besprechen auch zahlreiche Untersuchungen anderer Forscher, z. B.: MOSELEY und DARWIN haben die Messung von λ dadurch verfeinert, daß sie den Spalt für den Primärstrahl verengerten, die Empfindlichkeit der Ionisierungskammer auf etwa das 50fache erhöhten sowie die Intensitätsschwankungen des Primärstrahles maßen und in Rechnung setzten (1913); durch Benutzung sehr großer Einfallswinkel erhielten sie die untere Grenze der Wellenlängen der mit noch gerade wahrnehmbarer Intensität reflektierten Strahlen. MOSELEY und DARWIN ermittelten u. a. folgende λ.

Antikathode	$\lambda \times 10^8$ cm
Pt, A	1,320
Pt, B_1	1,120
Pt, B_2	1,100
Pt, C_1	0,967
Pt, C_2	0,929

Hierbei legten sie $d_{100} = 2{,}814$ für Steinsalz zugrunde. BRAGG's B und C des Platins sind also Doppellinien. MOSELEY maß Wellenlängen von Antikathoden aus Os, Jr, W, Cu, Ni, Fe u. a. Bei Verwendung von Ca, Ti, V, Cr u. a. ist dagegen die Röhrenstromstärke zu wenig konstant, weshalb MOSELEY verschiedene Einfallswinkel gleichzeitig verwirklichte; er ließ eine möglichst große Kristallplatte Strahlen gegen eine Photoplatte reflektieren, so daß jede Wellenlänge gemäß ihrem Reflexionswinkel maximaler Intensität die photographische Platte an einer andern Stelle trifft; aus dem so erhaltenen photographischen Spektrum können die Einfallswinkel und somit die λ berechnet werden (1913, 1914).

Antikathode	$\lambda \times 10^8$ cm
Ca, α	3,368
Ca, β	3,094
Ti, α	2,758
Ti, β	2,524
V, α	2,519
V, β	2,297
Cr, α	2,301
Cr, β	2,093

Derselbe Forscher hat auch die interessanten Beziehungen zwischen der Kernladung chemischer Elemente und den Wellenlängen ihrer K- bezw. L-Strahlung untersucht.

Dem obigen Verfahren Moseley's zur Eliminierung der Stromschwankungen ähnelt die Methode von Herweg (1914) und von de Broglie (1914); diese ließen zur photographischen Aufnahme eines Spektrums den Kristall langsam um eine Achse rotieren, die in der reflektierenden Kristallfläche lag.

Auch die Arbeit von Rutherford und Andrade über die Beugung von γ-Strahlen durch Steinsalz wird besprochen, sowie Debye's theoretische Untersuchung über den Einfluß der Wärmeschwingungen der Atome auf den Laue-Effekt des Kristalles.

Die Darstellungsweise der Verf. ist so vortrefflich, daß ihre Experimente einfach, ihre Gedankengänge naheliegend und ihre Ergebnisse selbstverständlich erscheinen. **Johnsen.**

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Am 30. Juli d. J. fiel bei einem Sturmangriff der Assistent am Mineralogisch-paläontologischen Institut der Westfäl. Wilhelms-Universität in Münster, Westf., Dr. phil. **Ludwig Kuhlmann**, Leutnant d. R. im Inf.-Regt. 217. Geboren am 20. Juni 1890 in Hessen, Westf., studierte Kuhlmann nach Erlangung des Reifezeugnisses Ostern 1909 in München und Münster Mathematik und Naturwissenschaften und promovierte am 5. März 1915 summa cum laude mit einer Arbeit über die Osningachse zwischen Hüggel und Schafberg (Jahrb. d. Kgl. Preuß. geol. Landesanst. f. 1914). Am 1. Januar 1913 wurde K. Assistent in der geologischen Abteilung des mineralogisch-paläontologischen Institutes Münster. Eine Arbeit über den Gault des Osnings konnte er infolge seiner Einberufung Oktober 1914 nicht vollenden. Eine vorläufige Mitteilung erschien 1914 im 6. Monatsbericht der Deutschen geologischen Gesellschaft.

Personalia.

Berufung: Dr. **J. J. P. Valeton** vom Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Leipzig als Professor der Chemie und Institutsdirektor an die Universität Gent in Belgien.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Beiträge zur Mineralogie von Columbien.

Nach den Mitteilungen von Ricardo Lleras Codazzi in Bogotá.

Von **Max Bauer** in Marburg.

Im Jahre 1915 hat Herr R. L. Codazzi, Professor der Mineralogie und Geologie an der Universität in Bogotá in Columbien eine Arbeit veröffentlicht unter dem Titel: Contribucion al Estudio de los Minerales de Colombia (Bogotá 1915. 18 p.), der wir die folgenden Mitteilungen entnehmen.

1. Die Mineralien von Muzo.

Der Fluß Minero strömt in südnördlicher Richtung durch ein Längstal zwischen dem westlichen Abhang der Ostkordillere und einem niederen Höhenzug, der parallel dem Magdalenenstrom streicht und der in der Tiefebene von Carare verläuft ($5\frac{1}{2}^0$ nördl. Breite ca.).

Der Westrand der Hochebene von Ubaté und Chiquinquirá wird von Schichten der oberen Kreide (Werksandsteine, Kiesel- und Kalkschiefer) gebildet, die von West nach Ost einfallen. Unterhalb der Hügel von Cantino und Coper steht die untere Kreide an, die hauptsächlich von Schiefertonen, bituminösen Schiefern und schwarzen Kalken gebildet wird. Diesen Schichtenkomplex durchzieht der Rio Minero auf eine Strecke von vielen leguas (1 legua = $5\frac{1}{2}$ km ca.).

In dem ganzen Tal des Flusses haben sich Smaragde gefunden, aber viele von ihnen stammen aus armen Gängen und andere sind aus den Hauptgängen fortgerollt und von dem Fluß oft auf große Entfernungen weggeführt. Man kann sagen, daß die Gewinnung der Steine auf die Gegend von Muzo beschränkt ist. Sie ist sehr umfangreich und erstreckt sich auf verschiedene Lagerstätten, von denen die einen der Regierung, die anderen Privatleuten gehören. Die ohne Zweifel wichtigsten sind die in der Talschlucht des Desaguadero, die seit den Zeiten der Spanier unter dem Namen der Mina real bekannt sind[1].

Das Gebiet, durch das die erwähnte Talschlucht sich hinzieht, ist auf der linken Seite des Rio Minero. Zwei Schichtensysteme liegen dort übereinander. Das Gestein des unteren bildet ein schwarzer Kalkstein, reich an Fossilien, der von den Arbeitern in den Smaragdgruben „cambiado“ genannt wird; darüber folgen

[1] Zwei nach Skizzen von R. L. Codazzi gezeichnete Karten, die für das Folgende zur Orientierung dienen können, siehe Max Bauer, Edelsteinkunde. 2. Aufl. 1909. p. 394 und 395. Fig. 74 und 75.

bituminöse Schiefer. Auf der Grenze liegen linsenförmige Knollen von Pyrit (und Markasit) in großer Zahl.

Zwei Arten von Gängen durchsetzen die schwarzen Schiefer. Die einen bilden ein System schmaler, fester Adern mit kristalliner Struktur, die sich nach allen Richtungen verzweigen und die für gewöhnlich die Schichtflächen durchschneiden. Die zweite umfaßt die in der dortigen Gegend „ceniceros" genannten, fast immer mächtigen Gebilde dieser Art, die sich niemals verzweigen und die von einem verworrenen Haufwerk kleiner Kristalle erfüllt sind. Die Rücken, in denen diese Gänge zutage ausstreichen, heißen „bancos". Sie werden in Tagebauen ausgebeutet. Die wichtigsten sind: Gerena, El aguardiente, Amarillo, Central und El Gallinazo.

Die besonderen Mineralien der ersten Art von Gängen sind: Kalkspat, Flußspat, Quarz, Dolomit, Pyrit, Parisit und Smaragd. Die „ceniceros" bestehen fast nur aus Kalkspat, Dolomit, Pyrit, Quarz und ged. Schwefel; sie führen nur sehr selten Smaragd. Es ist zu bemerken, daß nur in den unregelmäßigen Kalkspatadern sich bauwürdige Nester (guarruceros) des kostbaren Edelsteins finden, und auch diese meist vertikal verlaufenden Adern sind nicht alle gleich reich in ihrem ganzen Verlauf. Außerdem verändert sich mit der Tiefe die Beschaffenheit der ganzen Bildung; die Kalkspatadern vereinigen sich alle zu einer mächtigen Masse von großen Kalkspatindividuen, die „cama de la mina" genannt wird und die nach der Meinung der Smaragdgräber vollkommen steril ist.

Die für die Gegend von Muzo charakteristischen Mineralien sind nun die folgenden:

Smaragd. Die Kristallform dieses Edelsteins ist unveränderlich das hexagonale Prisma mit der Basis und Modifikationen der von diesen gebildeten Kanten und Ecken. An den großen Prismen sind Abstumpfungen und Zuschärfungen der Kanten häufig, so daß die Kristalle vielfach eine zylindrische Gestalt annehmen. Man hat auch einige trübe Prismen mit besonders großer Ausbildung der abwechselnden Flächen beobachtet, also solche mit einer Art trigonaler Entwicklung.

Der Wert des Smaragds als Edelstein hängt von drei Faktoren ab: von der Intensität der Farbe, von dem Glanz und von der Reinheit des Wassers. Die Juweliere unterscheiden fünf Klassen. Die erste nennen sie „gota de aceite" (Öltropfen) wegen ihrer schönen dunkelgrünen Farbe. No. 6 der Reihe entspricht der „moralla" (wertloses Zeug), wegen mangelhafter Farbe etc. eher zum gemeinen Beryll, als zum Smaragd zu zählen.

Nicht selten findet man zonar gebaute Kristalle mit abwechselnden Lagen von verschieden intensiver Färbung, besonders bei den großen Prismen, die an Ort und Stelle „canutillos" genannt werden. Einige Smaragdkristalle, die der Direktor der Gruben,

Señor Don JUAN DE D. VASQUEZ, jüngst entdeckt hat, sind wahrhaftige Zwillinge. Sie zeigen einen zentralen sechsseitig prismatischen Kern, der manchmal aus Smaragd von dunkler Farbe, manchmal aber auch aus Schiefer besteht; rings um diesen Kern sind sechs rhombische Prismen von Smaragd symmetrisch angeordnet, derart, daß die Gruppe die Form eines hexagonalen Prismas erhält, in dem die Flächen durch einspringende Winkel ersetzt sind. Die Flächen des ganzen Prismas sind parallel mit der Basis gestreift und die rhombischen Prismen zeigen ebenfalls eine Streifung parallel mit der Basis; kurz: es ist eine Struktur wie bei den Aragonitkristallen. Bei dieser Form des Smaragds, die schon an einer hinreichenden Zahl von Kristallen nachgewiesen worden ist, scheint jeder Irrtum der Beobachtung ausgeschlossen zu sein. Sie kann nur auf eine der drei folgenden Arten erklärt werden: 1. Die sechsseitigen Prismen des Smaragds leiten sich aus einem rhombischen Prisma von 120^0 ab und sind daher nicht einachsig. 2. Die fraglichen Kristalle sind Pseudomorphosen. 3. Die Smaragdsubstanz ist dimorph wie das Calciumcarbonat (Kalkspat und Aragonit) und die Zwillinge entsprechen prismatischen Kristallgruppen. Herr CODAZZI ist geneigt, die letztere Ansicht anzunehmen.

(Anscheinend etwas Ähnliches beschreibt auch schon W. BERGT in: W. REISS und A. STÜBEL, Geologische Studien in der Republik Columbia. — II. Petrographie. 2. Die älteren Massengesteine, kristallinische Schiefer und Sedimente. Berlin 1899. Es wäre sehr zu wünschen, daß diese interessanten Kristalle bald eingehend beschrieben und auch abgebildet würden, da sie nach dieser kurzen Mitteilung ohne Figur doch nicht recht verstanden werden können. M. B.)

Kalkspat. Findet sich als verbreitetstes Gangmittel mit dem Smaragd, sowie als Begleiter der in den ceniceros vorkommenden Mineralien. Die am häufigsten beobachteten Kristallformen sind das Hauptrhomboeder, das erst hexagonale Prisma, zuweilen mit dem Hauptrhomboeder, sowie mit anderen Formen; ab und zu finden sich sogar sehr komplizierte Kombinationen, auch manchmal Zwillinge von verschiedener Art und faserige Aggregate in parallelflächigen Platten. Die kristallinischen Aggregate durchsichtigen Kalkspats sind bei den Smaragdgräbern unter dem Namen „granizo“ bekannt. Kalkspatkristalle mit Einschlüssen von Schwefelkies, Parisit und anderen Mineralien sind häufig.

Aragonit. In Form von Prismen und von radialstrahligen kristallinischen Gruppen; noch nie haben sich die mimetischen Formen gefunden, jedoch baumförmige und korallenartige Gestalten, ähnlich wie bei der Eisenblüte.

Flußspat trifft man in einigen Adern in Form kubischer Kristalle ohne weitere Flächen oder mit dem Oktaeder in Kombination, durchsichtig, farblos oder schwach grün gefärbt. Der Flußspat pflegt Einschlüsse, besonders auch von Smaragd, zu enthalten.

Gips. Bildet lange, durchsichtige Prismen mit Flächen am Ende. Kristalle von Lanzenform haben sich noch nicht gefunden. Die Prismen umschließen gewöhnlich Parisit und andere Mineralien.

Dolomit. In Konkretionen und Gruppen von meist kleinen Kristallen. Begleitet zusammen mit Pyrit den Smaragd, findet sich aber ebenso auch in den ceniceros. (Graue glänzende Rhomboeder R $(10\bar{1}1)$, z. T. Zwillinge nach der Basis 0R (0001). M. B.)

Ankerit. Große, gelbe bis schwarzbraune rhomboedrische Kristalle. Bildet einen wichtigen Bestandteil der den Smaragd führenden Gangmasse. Eine Varietät enthält außer den gewöhnlichen Bestandteilen eine kleine Menge Cercarbonat.

Eisenspat. Große Kristalle des Minerals kommen mit etwas Kupfererz in der Nähe der Mina real (von Muzo) vor.

Schwefelkies findet sich in Form isolierter Kristalle in den Smaragd führenden Adern, in den ceniceros und in dem Schiefer. Er zeigt fast alle Formen des regulären Systems, vor allem der Würfel, das Oktaeder und das Pentagondodekaeder, letzteres auch mit den Flächen des Würfels oder des Ikositetraeders sowie viele andere, häufig sehr flächenreiche und interessante Kombinationen.

Markasit. Die Knollen, von denen oben schon die Rede war und die von den Grubenarbeitern „mollejas“ genannt werden, bestehen fast alle aus Markasit.

Kupferkies. Er kommt derb und in kristallinischen Aggregaten überall in der Gegend von Muzo vor; manchmal begleitet er den Smaragd.

Malachit und Kupferlasur. Man findet diese beiden Mineralien als Verwitterungsprodukte des Kupferkieses.

Limonit. An dem Wege von Coper nach Muzo stehen Bänke dieses Minerals an in Form löcheriger kristallinischer Skelette, so daß das Gestein wie Wespennester oder Bienenwaben aussieht. Es ist wohl anzunehmen, daß diese Bänke ursprünglich aus Schwefelkies bestanden, der durch andauernde Einwirkung des Grundwassers und des atmosphärischen Wassers seine jetzige Beschaffenheit angenommen hat.

Talk. Man trifft ihn in kleinen blätterigen Massen in Hohlräumen des Schiefers; das Mineral ist weiß („sebo“ der Grubenarbeiter) oder hellgrün.

Pyrophyllit. Kleine kristallinische Aggregate auf den Kluftflächen der Schiefer.

Fuchsit. Einige Exemplare dieses Minerals in Form kleiner, prächtig grüner Schuppen sind mit dem Schiefer verwachsen.

Die Smaragdgräber bezeichnen mit dem Namen „verdacho“ verschiedene mehr oder weniger intensiv grüne Mineralien, wie den Talk, Malachit etc.

Allophan. Dieses Mineral hat man kürzlich in einer Ader

angetroffen, welche die Schlucht des Desaguadero durchschneidet. Es bildet große Massen von schön blauer Farbe infolge eines kleinen Kupfergehalts, aber auch gelbe und sogar schwarze Partien sind nicht selten.

Parisit. Hexagonale Prismen und Bipyramiden. Die Flächen des Prismas sind gewöhnlich horizontal gestreift. Die Farbe schwankt zwischen schokoladenbraun und honiggelb.

Quarz. Es sind vollkommen wasserhelle, wenig flächenreiche Kristalle, manchmal mit deutlicher Zonarstruktur. Nicht selten sind Exemplare mit Einschlüssen, hauptsächlich von Parisit, Smaragd und Pyrit. Auch grüner Quarz ist gefunden worden, er ist aber sehr selten.

Gediegen Schwefel. Beträchtliche Massen und Inkrustationen in den ceniceros.

Anthrazit. Kleine Stückchen in den Klüften der Schiefer; chemisch und in seinen physikalischen Eigenschaften ist er identisch mit dem, der sich in Bruchstücken mit Kalkspat verwachsen, im Fluß Carare findet.

Apatit. In einigen Smaragdadern hat Robert Scheibe gute Kristalle dieses Minerals von hell rosenroter Farbe gefunden.

Schwerspat. Dieses Mineral, sowie einige wenige Kriställchen von Albit sind bei Muzo zum erstenmal von R. Scheibe beobachtet worden.

2. Die Pseudomorphosen im kristallinischen Gebirge von Arboledas.

Am ganzen Nordabhang der Kordillere von Pamplona (ca. 75 km ONO von Bucaramanga, nahe $7\frac{3}{4}^0$ nördl. Br.), besonders in der nächsten Umgebung von Arboledas und Bochalema, kann man mit großer Schärfe den Kontakt zwischen dem normalen Granit und dem Gneis beobachten. Gegen Süden ist der Granit von mittlerem oder feinem Korn und wird überlagert von Glimmerschiefer mit viel Granat. An den genannten Orten besteht das Gestein aus größeren Gemengteilen und kann demnach als Pegmatit bezeichnet werden. Die Hauptmasse ist Orthoklas, und zwar sind es einfache Kristalle und Zwillinge nach dem Karlsbader und nach dem Bavenoer Gesetz, blaßvioletter Quarz in unregelmäßigen Adern, Muscovit in großen rhombischen Tafeln und einige andere, weniger häufige Spezies, wie Granat, Turmalin, Chromeisenstein, Magneteisen und Pechblende. Der hangende Gneis besteht aus Tafeln von Orthoklas, aus Quarz und Biotit, mit Einschlüssen von Granat und rosettenförmig angeordneten Turmalinkristallen.

In dem oberen Teil der Kontaktzone, d. h. da, wo sie an den Gneis angrenzt, findet man in Menge die akzessorischen Gemengteile des Gesteins, und hier ist es auch, wo die Pseudomorphosen vorkommen, die diese Formation so interessant machen.

Die häufigsten sind die Granate in großen Kristallen, die ganz in Chromeisenstein umgewandelt sind[1]; sie haben ihre charakteristischen Kristallformen, Rhombendodekaeder und Ikositetraeder beibehalten, aber mit linsenförmiger Ausbildung. Der Chromeisenstein imprägniert gleichermaßen die Glimmerblätter und kann sie auch unter Erhaltung der Form ganz oder teilweise ersetzen.

Unter den bemerkenswertesten Stücken ist besonders ein hexagonales Prisma mit trigonaler Ausbildung und der charakteristischen Streifung des Turmalins zu erwähnen, das ganz aus übereinanderliegenden Glimmerplättchen besteht und das axial von einer Nadel von Pechblende durchzogen wird, durch deren Verwitterung der Glimmer in der nächsten Nachbarschaft infolge der Bildung von Urancarbonat gelb gefärbt ist.

Die Zersetzungsprodukte der Pechblende, teils kanariengelb, teils hellgrün, bilden häufig Flecken auf den Feldspatkristallen und auf den Glimmerplättchen und können diese Mineralien gänzlich imprägnieren. Auch trifft man häufig kleine Einschlüsse von Pechblende im Feldspat und im Glimmer, umgeben von den erwähnten Umwandlungsmineralien.

Gleichfalls häufig sind Kristalle von Grossular mit einem Kern von Almandin, sowie die teilweise oder vollständige Umwandlung von Muscovit in einen perlmutterähnlichen Glimmer.

Wie man sieht, sind die pneumatolytischen Mineralien am meisten geneigt, Pseudomorphosen zu bilden und die Reaktionen, die in der Kontaktzone sich abspielen, müssen bei der Gestaltung solcher Produkte sehr kompliziert sein.

In der Gegend von Pamplona enthält der dort einheitlich körnige und von Glimmerschiefer überlagerte Granit fast keine Pseudomorphosen und weiter gegen Süden, bei Chitagán und Santurban, fehlen sie ganz.

3. Kristallkonkretionen in dem Sandstein von Bogotá.

Eine der interessantesten Schichten von denen, die das System der sogen. Guadalupe in dem Kreidegebiet der Cordillera Oriental zusammensetzen, ist ohne Zweifel die, welche die bei Bauten von einiger Wichtigkeit verwendeten Werksandsteine liefert. Diese Schicht, die die Kohlenflöze jener Gegend überlagert, ist so konstant in ihren Eigenschaften und in ihren Beziehungen zu benachbarten Schichten, daß sie einen prächtigen geologischen Horizont bildet bei dem Studium der Hügel, welche die Hochebene begrenzen.

Über dieser Schicht ist an einigen Orten konkordant eine andere ausgebildet, ein äußerst feinkörniger Sandstein mit einigen Abdrücken von Versteinerungen. In diesem besonders findet man die interessanten Konkretionen, von denen hier die Rede sein soll.

[1] Vergl. auch Neues Jahrb. f. Min. etc. 1913. II. -383-.

Darüber liegt wieder konkordant ein Kieselsandstein mit sehr regelmäßig kubischer Absonderung (Quadersandstein der deutschen Kreidebildungen).

Die bisher untersuchten Konkretionen stammen von den folgenden Fundorten:

Rio del Arzobispo, Umgebung von Bogotá. Man trifft die Konkretionen hier nicht allein in den sehr feinkörnigen Sandsteinen, sondern auch in den Werksandsteinen. Es sind zahlreiche kleine kugelige Aggregate, welche die Spaltenwände bedecken, und jede dieser Kugeln besteht aus einer großen Menge radial angeordneter Kristalle. Das Mineral, um das es sich hier handelt, ist der Wawellit in verschiedenen Varietäten. Einige Exemplare sind intensiv smaragdgrün von einer gewissen Menge Eisenphosphat; andere sind sehr blaß meergrün, und endlich wieder andere sind gelb. Diese letzteren enthalten eine kleine Menge Magnesia und Eisensesquioxyd.

Zipacón. Hier sind in den oben genannten Gesteinen ebenfalls einige Konkretionen von Wawellit gefunden worden, aber sie sind nicht regelmäßig sphärisch und sie liegen nicht vereinzelt, sondern sie sind zu nierenförmigen und traubigen, gleichfalls radialfaserigen Gebilden mit etwas rauher Oberfläche verwachsen.

Zipaquirá. In den Steinbrüchen, die Werksteine und Eisenbahnschotter liefern, hat man Agglomerate kleiner hellblauer, perlmutterglänzender, wohlausgebildeter monokliner Kristalle von Vivianit angetroffen.

San Cristobal bei Bogotá. Die Inkrustationen in den Sandsteinen sind hier von zweierlei Art. Die einen sind dunkelblaue Prismen von Vivianit, die anderen hellgrüne, nach einer Richtung vollkommen spaltbare monokline Blättchen von rhombischer Form, die wohl dem Ludlamit zuzurechnen sind. Wahrscheinlich verdanken diese Inkrustationen der früheren Zirkulation von phosphathaltigem Wasser auf den Spalten des Sandsteins und in dem Sandstein selbst ihre Entstehung. Nicht denselben Ursprung darf man dem erdigen Vivianit von Sabana de Bogotá, sowie dem Dufrenit und dem erdigen Tonerdephosphat in den Wüsten zuschreiben, denn diese letzteren Mineralien gehören jüngeren Bildungen an.

Über Goniatitenkalke und Kieselschiefer.

Von **K. Andrée**, Königsberg i. Pr.

Herr Prof. Dr. Wedekind in Göttingen hat im Anhang zu seiner „Biostratigraphie“ (Berlin, Gebr. Bornträger 1916) „Bemerkungen über Goniatitenkalke und Kieselschiefer“ geäußert, zu denen ich, gegen den dieselben speziell gerichtet sind, wenn auch

widerwillig, schon jetzt Stellung nehmen muß, obwohl ich hoffe, in absehbarer Zeit Gelegenheit zu haben, in einer besonders den (Radiolarien-führenden) Kieselschiefern gewidmeten Darstellung diese Probleme möglichst allseitig beleuchten zu können. Ich hatte gesagt, daß die meisten der devonischen und carbonischen Gesteine des Varistischen Hochgebirges in nur ganz geringer, 100—200 m sicher nicht übersteigender Meerestiefe abgelagert worden seien, aber in einer Anmerkung hinzugefügt, daß „nur wenige . . ., insbesondere die Tentaculiten- und Cypridinenschiefer, sowie die Knollenkalke des Devon, ferner die Kieselschiefer des Culm, größeren Tiefen" (d. h. größeren als 200 m), „wenn auch kaum solchen, die unserer heutigen Tiefsee von unter 5000—6000 m entsprechen", entstammten. Daß ich damit aber für alle diese Gesteine eine Entstehung in der „direkten Tiefsee" angenommen hätte, wie Wedekind (a. a. O. p. 42) meint, entspricht nicht den Tatsachen, auch dann nicht, wenn man die Tiefsee schon in 750 m beginnen ließe (Wedekind p. 41), womit ich, nebenbei bemerkt, mich aus verschiedenen Gründen, die ich z. T. schon 1908 auseinandergesetzt habe (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXV. p. 366 ff.), nicht einverstanden erklären kann. Nur die Kieselschiefer des Culm muß ich in der Tat noch heute, bis ein wirklicher Gegenbeweis vorliegt, für ein Erzeugnis von mehreren 1000 m Tiefe halten! Wedekind meint mich nun belehren zu müssen, welche Konsequenzen sich aus der Schichtenfolge bezüglich des Betrages anzunehmender Niveauschwankungen ergeben, wenn meine Ansicht von einer Bildung in größeren Tiefen als richtig angenommen würde; und er — der „Kenner der tatsächlichen faunistischen und petrographischen Verhältnisse" — wendet daher die Mühe an, mir — dem nach seiner Meinung nicht genügend Orientierten — die Grundzüge der Stratigraphie der fraglichen Schichtenfolgen auseinanderzusetzen. Die Goniatitenkalke sollen sich nach Wedekind's Ansicht in 200 m Tiefe, die Kieselschiefer aber in einem küstennahen Gebiete und einer ähnlichen Tiefe abgelagert haben: Die Botschaft hör' ich wohl, allein mir fehlt der Glaube; das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind! Wedekind vermag sich weder eine „momentane katastrophale Versenkung in sehr große Tiefen" (im Hinblick auf die Überlagerung von Riffkalken durch die von mir als Tiefwasserbildung gedeuteten Goniatitenkalke) noch eine „momentane und katastrophale Hebung von etwa 4000 m" (im Hinblick auf die Überlagerung der Radiolarienkieselschiefer des Culms durch die Posidonienschiefer) vorzustellen. Glaubt er denn aber wirklich im Ernst, daß alle die Autoren, die sich bisher für die Tiefwassernatur der Goniatitenkalke oder der Kieselschiefer entschieden haben — ich erwähne nur Frech, Wähner, Steinmann, O. Wilckens, H. L. F. Meyer — sich niemals über die Konsequenzen klar geworden seien, die sich aus dieser Annahme für eine plausible

Deutung der Schichtenfolge ergeben, ganz gleich, ob wir uns nun im Devon oder Untercarbon des Rheinischen Schiefergebirges, im mitteleuropäischen Obersilur oder im alpinen Jura befinden? Vielleicht wird Wedekind sich gelegentlich Gedanken hingeben über die Zeit als geologischen Faktor und über die Möglichkeiten von Sedimentationsverlangsamung bis zur Unterbrechung der Schichtenfolge oder sich wirklich hineinarbeiten in die Sedimentpetrographie, deren Beherrschung er allerdings schon jetzt allein für sich in Anspruch zu nehmen scheint; vielleicht orientiert er sich dann auch einmal über die Schlüsse auf sehr jugendliche katastrophale Niveauverschiebung des Meeresbodens, welche E. Philippi aus der Eigenart gewisser Sedimente des Südatlantischen Ozeans gezogen hat, oder endlich über die reiche Literatur, in der sich viele andere Autoren, längst vor mir, den er so besonders apostrophiert, über die bathymetrische Bedeutung der hierher gehörigen Gesteine geäußert und — gestritten haben. Vielleicht würde Wedekind auch eine Beschäftigung mit den „Tiefseesanden" des „Gauß", die man, ohne ihre Herkunft zu kennen, „unbedingt für Sedimente der Uferzone halten" müßte (Philippi), belehren, daß man recht vorsichtig sein muß, wenn man sich so bestimmt über fossile Sedimente äußert. Wedekind legt (in einem zweiten Teile seines Anhanges) mit vollem Recht Wert auf die planktonischen Foraminiferen der Tiefsee; ich aber meine, was diesen Planktonwesen recht ist — nämlich das vorwiegende Begrabenwerden am Boden der Tiefsee — sollte den euplanktonischen Radiolarien (der Kieselschiefer) doch wohl billig sein.

Nach alledem kann ich es nur als voreilig bezeichnen, wenn Wedekind von seinem, die Kompliziertheit des Problems gar nicht überschauenden, stratigraphisch-faunistischen („biostratigraphischen") Standpunkt aus versucht, die zu seinen Auffassungen nicht passenden Anschauungen anderer Autoren vor einem größeren Leserkreise durch ein Vorwerfen von Unkenntnis ohne genügend beweiskräftige Begründung in Mißkredit zu bringen. Es möge daher derjenige, der sich für die Betrachtung besonders des Radiolarit-Kieselschiefer-Problems, auf das ich bisher vor allem abhob, von einem allgemeineren als dem engen Wedekind'schen Standpunkte aus interessiert — solange meine ausführlichere Arbeit, auf welche ich alle eingehenderen Erörterungen verschieben muß, noch nicht erschienen ist — nachlesen, was ich darüber in Petermann's Geogr. Mitt. **59.** Jahrg. 1913. **2.** p. 247—249 und in den Schr. d. Ges. z. Beförder. d. ges. Naturw. zu Marburg. XIII. 7. 1914. p. 441/42 geschrieben habe [1], woselbst

---

[1] Denn der von Herrn Wedekind angegriffene Passus entstammt einer Anmerkung meiner „Bedingungen der Gebirgsbildung" (Gebr. Bornträger, Berlin 1914. p. 18 Anm. 1), in welcher ich wahrlich weder eine eingehende Begründung, noch ein ausführliches Literaturverzeichnis über diese damals nebensächliche Frage geben konnte!

die Schwierigkeiten, welche das Joh. Walther'sche Gesetz von der Korrelation der Fazies der Deutung der fraglichen Gesteine als Tiefwasserbildungen macht, von mir selbst in helles Licht gesetzt worden sind und wo ausdrücklich auch darauf hingewiesen wurde, daß die meist schwarzen und kohlereichen (hin und wieder aber auch kohlearmen und rötlichen oder grünlichen) Kieselschiefer des Culms nicht ohne weiteres mit den meist roten Radiolariten des alpinen Mesozoicum verglichen werden können. Und noch immer unterschreibe ich, was ich in einer für die Em. Kayser-Festschrift bestimmten, leider noch ungedruckten Abhandlung (Über ein Problematicum aus dem Culm von Battenberg an der Eder und das dasselbe beherbergende Gestein) gesagt habe: „Es gibt verschiedene Wege, um die Entstehungsbedingungen fossiler Sedimente festzustellen; der eine Weg folgt der Fauna, er fällt fort, wenn eine Fauna nicht vorhanden ist. Ein zweiter, wie der erste ebenfalls häufig begangene Weg sucht den Verband der betreffenden Gesteinslage in der Horizontalen und Vertikalen festzustellen; wer diesen Weg geht, muß die Lagerungsbeziehungen zur Unterlage und die Ausdehnung und das Verhalten des Gesteins in der Horizontalen erforschen. Häufig führen diese beiden Wege zum selben Ziel, und die Mehrzahl der nur paläontologisch und stratigraphisch vorgebildeten Forscher wiegt sich in dem Glauben, daß damit ein gesichertes Resultat erreicht ist. Auch in bezug auf die Radiolarite und Kieselschiefer ist es so gegangen; denn die Paläontologen lassen sich vernehmen, daß die Radiolarien als Planktonwesen an sich keine Faziesformen seien, da sie überall hintreiben könnten, ja man habe Radiolarienschwärme in Lagunen beobachtet. Die Stratigraphen aber sagen, daß das Transgredieren von Radiolariten und die Wechsellagerung mit grobklastischen Gesteinen, wie Grauwacken, oder mit sicheren Flachseebildungen, wie Crinoidenkalken, die Flachseenatur des jene Kieselgesteine erzeugenden Meeresteiles erweisen. Eine große Zahl der heutigen Autoren gibt sich mit diesem Ergebnis zufrieden und schließt auf flaches Meerwasser als Erzeuger der genannten Kieselgesteine. Gleichwohl sind die Untersuchungsmöglichkeiten des Geologen mit dem paläontologischen und dem stratigraphischen Wege nicht erschöpft, und es ist die Pflicht eines jeden Forschers, falls er nicht dem Vorwurf der Einseitigkeit verfallen will, auch einen dritten Weg zu versuchen, den Weg des Sedimentpetrographen. Im Falle der Radiolarite bleibt es Pflicht des Paläontologen und Stratigraphen, der diese Gesteine für Flachseeabsätze zu halten geneigt ist, nachzuweisen, in welcher Weise die Ausmerzung des Kalkcarbonates vor sich ging, das heute als kalkschaliges Plankton in mehr oder minder großer Menge überall den marinen Sedimenten beigemengt wird — mit einziger Ausnahme gewisser Teile der echten Tiefsee —, in welcher Weise zweitens der Mangel klastischer Komponenten zu erklären

ist, der den Unbefangenen auf küstenferne Hochsee hinweist —, drittens, wie etwa die Oxydform des Eisens der roten Radiolarite zustande kam (die keineswegs auf eingeschwemmten Tropenlaterit zurückgeführt werden kann), wenn nicht in dem sauerstoffreichen Wasser der Tiefsee —, und auf welche Art endlich jene Gleichartigkeit der betreffenden Gesteine über riesige Entfernungen hinweg sich herstellte, die bei Flachseebildungen erstaunlich wäre. Lauter Fragen an die Vertreter der Flachsee-Entstehung der in Rede stehenden Kieselgesteine, aber keine befriedigende Antwort! Sollte es da nicht möglich sein, allen Bildungsumständen gerecht zu werden, ohne, wie manche der nur paläontologisch und stratigraphisch arbeitenden Autoren, einen Teil der zweifellos herrschenden Bedingungen außer acht zu lassen? — Nach alledem erscheint es zum mindesten vorsichtiger, ein endgültiges Urteil über die Tiefe des Meeres, das die Radiolarite erzeugte, zurückzustellen, bis eine breitere Grundlage hierfür geschaffen ist."

Aber — so füge ich heute hinzu — kein beweiskräftiges Argument spricht nach dem heutigen Stande der Wissenschaft dagegen, daß nicht für das Varistische Gebirge dasselbe gilt wie für die Alpen, bezüglich deren Wähner mit Recht schreiben konnte: „Es ist vergebens, sich aus theoretischen Gründen gegen den Nachweis zu sträuben, daß unter den Gesteinen der Kalkalpen pelagische Tiefseeablagerungen vorkommen; die Tatsache, daß an dem Aufbau der . . . Kettengebirge Radiolariensedimente beteiligt sind, ist vielmehr für die Beurteilung der gebirgsbildenden Vorgänge von größter Bedeutung".

Heilungsvorgänge an devonischen Panzerfischen.

Von **Guido Hoffmann** (Berlin).

Mit 4 Textfiguren.

Wo die vergleichende Erkenntnis in der Physiologie und Biologie ausgestorbener Formen aufhört, können nicht selten Beobachtungen bei Abnormitäten, Verwundungen, Atrophien und Heilungsvorgänge neues Licht in fast unbeantwortbare Fragen werfen. Schon früher habe ich[1] in meiner Sehnder Monographie auf sozusagen tendenziöse dekadente Entwicklung bei sessil gewordenen pelagischen Formen der Ammoniten hingewiesen und auch eine senile Erscheinung, wie die Bildung von Ohren, in derselben Arbeit gestreift. Heute muß ich auf einen Heilungsvorgang bei *Gerdalepis Rhenanus* Beyrich emend. Hoffmann und auf eine Anomalie, vielleicht auch atavistische Erscheinung oder einen Heilungsvorgang bei *Bothriolepis Canadensis* Whiteaves hinweisen.

---

[1] „Stratigraphie und Ammonitenfauna des unteren Doggers in Sehnde". 1913. Stuttgart.

Das Objekt des ersten Falles befindet sich im Geol.-paläont. Museum zu Bonn. Es ist das zweite im Rumpfpanzer fast erhaltene Exemplar von *Gerdalepis Rhenanus*, was bisher gefunden

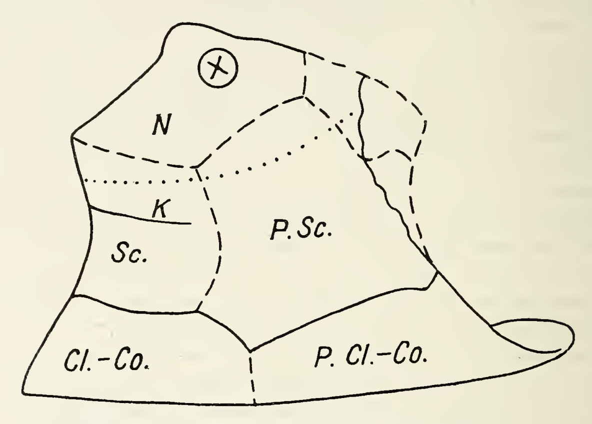


Fig. 1. Linke Seitenansicht des Panzers.

wurde. Das Tier wurde entweder von einem Raubfisch, die damals schon spitze, längsgeriefte konische oder typische Haifischzähne hatten, oder von dem Pektoralstachel eines Asterolepiden, die zur Abwehr ihre Organe vermittelst eines Sperrgelenks nach vorn strecken konnten[1], oder durch einen herabfallenden scharfkantigen Stein linksseits am Nuchale verletzt (×).

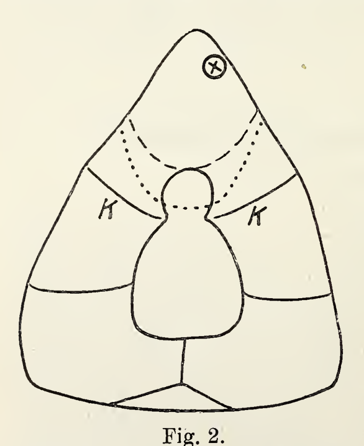


Fig. 2.
Der Panzer von vorn gesehen.

Wem die Skizzen noch nicht genügende Klarheit geben, der nehme meine in dies. Centralbl. erschienene Studie über *Gerdalepis Rhenanus* oder Palaeontographica 1917 „Die Asterolepiden" zur Hand.

Die Verwundung am Nuchale hatte zur Folge, daß das Tier die Plattengrenzen sogleich fest verwachsen ließ, derart, daß sie stellenweise wie bei den senkrecht d. i. quer verlaufenden Linien, jenen Grenzlinien zwischen vorderem und hinterem Panzergürtel, ganz verschwanden. So sieht man statt der Plattengrenze zwischen

[1] 1911. Palaeontographica „Über das Ruderorgan der Asterolepiden".

Clavicula-Coracoid und Post-Clavicula-Coracoid nur parallel verlaufende Runzeln. In vollkommenster Ruhelage und Passivität verharrend verwuchsen also die Platten des Rumpfpanzers zu einem starren Koffer, wie ihn heute die Kofferfische haben. Nun ist interessant, welcher Vorgang sich jetzt abspielt. Das Tier zog seinen Rücken ein und bildete ein an *Pecten* erinnerndes Septum zwischen den beiden Scapulis, dessen marginalen Verlauf die punktierte Linie zeigt. An dem Original, das Geheimrat Steinmann so liebenswürdig war, mir zu zeigen, mag sich jeder davon überzeugen, daß eine regelrechte Panzerplatte von den Seiten ausgehend, aber ohne eine andere als die muschelige Skulptur hier entstanden ist.

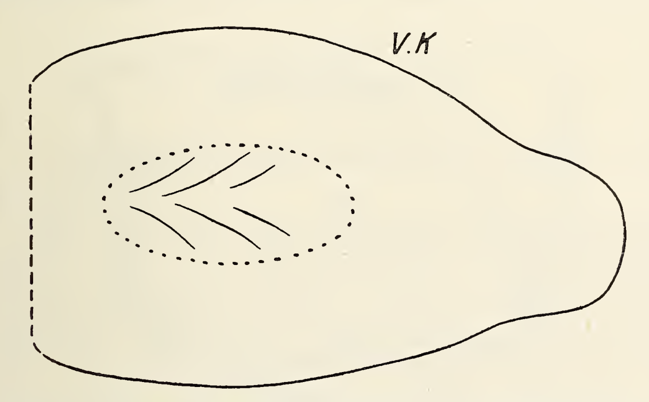


Fig. 3. Die neue Panzerplatte innerhalb der punktierten Linie von oben gesehen.

V.K. = Ventrolateral-Kante.

Die punktierte Linie zeigt den Verlauf der neuen Fläche. Die gestrichelten Linien zeigen die fehlenden Plattengrenzen. N = Nuchale, K = Kante, Sc = Scapula, P Sc = Post-Scapula, Cl Co = Clavicula-Coracoid, P Cl Co = Post-Clavicula-Coracoid. Das Kreuz im Kreis bezeichnet die Verwundungsstelle.

Hieraus lassen sich unter Umständen sehr wichtige Schlüsse ziehen: Entweder konnten, wie ich das in meiner Arbeit über die Asterolepiden unter „Organisation" erörtert habe (die Arbeit wird vielleicht später als diese Zeilen erscheinen), die Asterolepiden den Rumpf einziehen, so daß nur der Schwanz herausschaute, wie bei den Kofferfischen, oder die Wirbelsäule verlief mitten durch den Rumpfpanzer hindurch ebenfalls wie bei Kofferfischen (*Ostracion triqueter*). In meiner eben erwähnten Arbeit über Asterolepiden und neue Arten aus dem Timan-Gebirge habe ich diesen Vergleich mit Zeichnungen illustriert.

Der zweite Fall, den wir an *Bothriolepis Canadensis* Whiteaves aus dem Breslauer Museum, dessen Überweisung ich der Güte des Herrn Geheimrat Frech verdanke, beobachten konnten, betrifft die sogenannte Seitenlinie auf dem Post-Parietale. Über dieses Organ bei Asterolepiden werde ich mich demnächst eingehend in meiner russischen Arbeit befassen. Erwähnt sei nur hier, daß die Bothriolepiden sich von den Asterolepiden durch den eigentümlichen Verlauf dieses Organes am Kopfe unterscheiden, insoferne nämlich als bei *Asterolepis* sich die sogenannte Seitenlinie, das Fluktuationsorgan der Fische, an der Kopf- und Rumpf-Artikulationsstelle rechts und links teilt, um auf der Mitte des Post-Parietale (Occipitale medium) bilateral auf die Innenseite des Kopfes

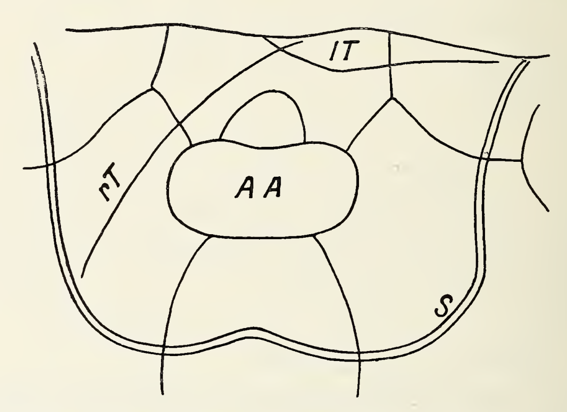


Fig. 4. Fragment eines Kopfes von *Bothriolepis Canadensis* Whiteaves.

rT = rechter Tremalkanal S = Seitenlinie
lT = linker Tremalkanal AA = Augenlöcher

überzutreten, während der andere Zweig wie bei *Bothriolepis* über die Wangen laufend, den Mundrand umsäumt, wie es die Zeichnung darstellt. Wie bei *Asterolepis*, so ist auch bei *Bothriolepis* die echte Seitenlinie, der Strömungsmesser, eine tiefe, von oben überkragte Rinne, durch die der Schleimkanal lief[1]. Dagegen fehlt der Zweigkanal, welcher bei *Asterolepis* im Occip. med. endet. Bei *Bothriolepis* haben wir zwei rutenartig sich rechts und links schwingende, auf dem Occipitale medium sich kreuzende und vor der Seitenlinie an den Wangen endigende feine Rillen, wie rT es in normaler Lage zeigt. lT dagegen ist bei dieser Form nach hinten geschlagen.

In diesen Tremalkanälen Jaekel's können Fühler gelegen haben, die wie die Seitenlinie bei *Asterolepis* durch Nerven mit dem Innern kommunizierten und die, der linke über den rechten ge-

[1] Dies. Centralbl. 1909. *Pterichth. Rhen.*

schlagen, in diese Rillen niedergelegt wurden. Auf jeden Fall hat hier ein Organ gesessen, welches ähnlich der Seitenlinie nicht die Strömung des Wassers, sondern Stoßwellen eines herannahenden Gegners anzeigte, selbst wenn die Augendeckel (vergl. Palaeontographica. 1917) geschlossen waren.

Die Lage des rechten Organs auf der linken Schädelseite (da sie sich kreuzen!) ist entweder infolge Defektseins, einer Verletzung irgendwelcher Art entstanden, oder eine angeborene Anomalie oder eine atavistische Erscheinung, indem wie bei *Pterichthys*, der Vorform des *Bothriolepis*, eine Annäherung an die Verzweigungsstelle der Seitenlinie gesucht wird.

Besprechungen.

R. Ed. Liesegang: Die Achate. 122 p. 60 Fig. Dresden und Leipzig. 1915.

Schon die Studien über geologische Diffusionen hatten den Verf. zur Erklärung der Achate geführt. Da jedoch der Formenreichtum gerade dieses Minerals in jenem Werke nicht genügend erschöpft werden konnte, wurden neue Untersuchungen und Deutungsversuche notwendig, die in dem vorliegenden Buche zusammengestellt sind. Die einfachste Form der Achate liegt in den sogen. Festungsachaten vor. Während die früheren Anschauungen über ihre Entstehung hauptsächlich in der „Durchschwitzungstheorie“ und in dem Eindringen der Kieselsäure durch Einflußkanäle gipfelten, beweisen die Versuche mit Silberchromat, daß Einflußkanäle nicht nötig sind und daß auch bei einem kontinuierlichen Eindringen eines Salzes in eine Gallerte sein Fällungsprodukt sich gebändert ablagern kann (rhythmische Fällung). Danach sind die Achate derart entstanden, daß sich die Hohlräume erst mit ungebänderter Kieselgallerte füllten und daß dann darin eine Eisenverbindung rhythmisch gefällt wurde. Ebenso ist wohl auch die Entstehung des gebänderten Münzenberger Sandsteins zu deuten. Auch die sogen. Einflußkanäle lassen sich leicht durch Lücken in der Silbernitratlösung nachahmen. Nicht ganz leicht ist die Kristallbildung der Kieselsäure in den Festungsachaten zu erklären. Die hier einschlägige Literatur wird nach allen Seiten hin betrachtet.

Die natürlichen Färbungen der Achate neben Weiß sind Braun durch Eisenhydroxyd und Rot durch Eisenoxyd. Schon Collini hat die Farben des Achates 1776 eingehend behandelt. Selten ist Blau, Schwarz, Grün. Alle Farben werden beschrieben und erklärt. Daran schließt sich eine Darstellung der künstlichen Färbungen und ihrer Technik. Die grünen und roten Fäden in

den Moosachaten, die K. C. LEONHARD für vegetabilische Gebilde, HAUSMANN für Dendriten ansah, sind nach der Theorie von GERGENS röhrenartige Silikatgewächse, die sich mit Ferrohydroxyd füllen. Das 4.—8. Kapitel behandeln die einzelnen Achatarten und geben auf Grund der Theorie der rhythmischen Fällung Erklärungen für ihre Bildung. Es sind dies die Achate mit Röhren, die röhrenförmigen und stalaktitenähnlichen Achate, die Achate mit horizontalen Lagen, die Mokkasteine und die Trümmerachate.

Die Verwitterung der Achate ruft Entglasung und sekundäre Pigmentumlagerungen hervor; die erstere führt zur stellenweisen Ausbildung von gröberen Kieselsäureteilchen, die letzteren zur Veränderung in der Färbung und zur Entfärbung. Als akzessorische Bestandteile finden sich Kalkspat, Goethit, Eisenglanz, Kupferkies, Malachit, Baryt und zahlreiche Silikate. In dem letzten Kapitel: Problematica, sind die Schwächen der Theorie, die Einwürfe und die Berechtigungen anderer Theorien angeführt, wobei hauptsächlich die Einfluß- und Schußkanäle, die mehrfachen Kieselsäurezufuhren, die DAUBRÉE'schen Bänderungen, die Gitterbildungen und die Kieselringe noch einmal der Betrachtung unterzogen werden. Autorenverzeichnis und Sachregister vervollständigen das Buch, zu dessen Verständnis 60 Abbildungen beitragen. **Belowsky.**

Mitteilung.

Die Veröffentlichung von Major z. D. W. KRANZ'

Geologie und Hygiene im Stellungskrieg

(dies. Centralbl. 1916, p. 270—276 und 291—300) mußte aus Zensur-Rücksichten im Centralblatt abgebrochen werden. Zwei weitere Teile derselben, „IV. Brunnenschachten, Pumpen“ und „V. Quellfassungen“, mit zahlreichen Textfiguren, wurden zusammen mit den drei ersten Teilen (Kriegssanitätsordnung, Abessinierbrunnen und Brunnenbohren) als Separata in beschränkter Anzahl gedruckt, sie stehen Kriegsteilnehmern zur Verfügung, soweit vorrätig. Anfragen von Geologen beim Verfasser erbeten. Einige weitere Abdrucke hält die E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung für das Inland bereit.

Fortsetzung und Ergänzung der Abhandlung (über Tiefe von Wasserfassungen, Filtration, Sickerung, Abwässerung usw.) folgt in einem „Abriß der Militärgeologie“ beim gleichen Verlag.

D. Verf.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Eine Tabelle der regulären Schoenflies'schen Raumgruppen.

Von **Paul Niggli**.

Mit 1 Tabelle.

Vom chemischen Standpunkte ist die Vorstellung, daß bei der Kristallisation die Atome aus ihren Verbänden gerissen werden und in ganz neuer Gruppierung zum Raumgitter zusammentreten, äußerst unwahrscheinlich. Man wird im Gegenteil zur Annahme gezwungen, daß die Kristallbildung gewissermaßen die Fortsetzung der Molekülbildung darstellt[1], so daß im Kristall noch die aufbauenden „Molekel"arten erkennbar sein können. Der Bau der Gas- und Flüssigkeitsmoleküle wird durch die Strukturformel versinnbildlicht. Hier hat sich unter dem Einfluß von A. Werner[2] auf anorganischem Gebiet eine neue Auffassung Bahn gebrochen, die die älteren, für die Kristallographie wenig fruchtbaren, Vorstellungen bedeutend modifiziert. Es ist von außerordentlicher Wichtigkeit festzustellen, ob die kristallographisch strukturellen Untersuchungen zu dem gleichen Resultat führen wie die chemischen Überlegungen. Bis jetzt scheint eine derartige Übereinstimmung vorhanden zu sein.

Die neuere Entwicklung der konstitutionellen anorganischen Chemie will ich an einigen Beispielen darlegen. $CaCO_3$ schrieb man früher in Rücksicht auf bestimmte Hauptvalenzen als $Ca\langle{}^{O}_{O}\rangle C = O$. Demzufolge sollte einem O-Atom eine ganz singuläre Stellung zukommen. Die neuere Chemie faßt CO_3 in Übereinstimmung mit der Ionentheorie als einen einheitlichen, im idealen Fall trisymmetrisch gedachten, Komplex auf, dem Ca entgegensteht. Das Molekül $CaCO_3$ hat man sich gewissermaßen als aus 2 Teilen bestehend vorzustellen, einem Komplex CO_3 und aus Ca. Beide Teile vermögen sich im gewöhnlichen (Gas oder Lösung)-Molekül (durch einen gemeinsamen kreisenden Elektronenring?)[3] ganz ab-

---

[1] P. Pfeiffer, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **92**. (1915.) p. 376.

[2] A. Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiet der anorganischen Chemie. 3. Aufl. Braunschweig 1913. — W. Kossel, Über Molekülbildung als Frage des Atombaues. Ann. d. Phys. (4.) **49**. p. 229. 1916.

[3] Siehe z. B.: E. Rutherford. Phil. Mag. **27**. p. 488. 1914. — N. Bohr, Phil. Mag. **26**. p. 1, 476, 857. 1913. — A. v. d. Broek, Physik. Zeitschr. **14**. p. 32. 1913. — H. G. Moseley, Phil. Mag. **26**. p. 1024. 1913; **27**. p. 703. 1914. — K. Fajans, Phys. Zeitschr. **16**. p. 456. 1915. — W. Kossel, Annalen der Physik. **49**. p. 230. 1916. — M. Born, Dynamik der Kristallgitter. Leipzig 1915.

zusättigen. Ca und CO_3 kommen in der Lösung auch für sich getrennt als Ionen vor. Bildet sich nun ein Kristall $CaCO_3$, so wird man in erster Linie erwarten, daß diejenigen Molekelarten zum Kristallgebäude zusammentreten, die auch in der Lösung vorhanden sind, also beispielsweise $CaCO_3$, Ca-Ion, CO_3-Ion [1].

Ob im Kristallgebäude die engere Zugehörigkeit dreier O-Atome zu einem C-Atom immer noch erkennbar ist, ist dann lediglich eine Frage der Dimensionsverhältnisse der Gitterelemente. Sie läßt sich immer dann sofort feststellen, wenn dem Schwerpunkt des Atomkomplexes eine derart ausgezeichnete Lage zukommt, daß er zum Mittelpunkt eines Fedorow'schen Paralleloeders wird, in dessen Innern nun die Schwerpunkte aller zugehöriger Atome liegen [2]. Liegen Schwerpunkte von Massenteilchen an der Oberfläche des Paralleloeders, gehören sie also gleichzeitig mehreren Raumfiguren an, so besitzt eine Zuordnung nur noch als Grenzfall Bedeutung, häufig wird der Kristall dann mit Vorteil als aus mehreren elementaren Baugruppen aufgebaut angesehen. In der Tat ist nun nach den Bragg'schen Untersuchungen im Calcit die Zugehörigkeit der drei O-Atome zum C-Atom noch erkenntlich, derart, daß Ca und CO_3 als die zwei elementaren Baugruppen des Kristalls anzusprechen sind [3].

In ähnlicher Weise wird man bei den Nitraten einen Komplex NO_3, bei den Sulfaten einen Komplex SO_4, bei den Chloraten einen Komplex ClO_3 erwarten dürfen. Die Symmetrie der Komplexe in einer Kristallart ist in erster Linie von der Wirkungsweise der Zentralatome und der Lage zu den übrigen Atomen der Verbindung abhängig [4].

Ein gewöhnliches Molekül Al_2O_3 hat man sich wohl auch chemisch als einen Komplex Al_2O_3 vorzustellen. Die Bragg'schen [5] Untersuchungen zeigen, daß es sehr wahrscheinlich ist, daß den Schwerpunkten von Al_2O_3 die Lage der Zentren und Kantenmitten eines rhomboedrischen Raumgitters von den Winkeln des Grundrhomboeders zukommen. Strukturell ist die Translationsgruppe (einfaches Rhomboeder) somit wie beim Kalkspat gegeben durch das Rhomboeder $\{40\bar{4}1\}$. Kristalle von ZnO zeigen nach Bragg

[1] Siehe auch K. Fajans und Richter, Ber. Deutsch. Chem. Ges.

[2] Eine derartige Raumteilung braucht allerdings nicht immer möglich zu sein (siehe A. Schoenflies, Encyklop. der math. Wissensch. V, 7. p. 469 ff.).

[3] P. Niggli, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **94**. p. 207. 1916.

[4] Während der Drucklegung dieses Artikels sind die Arbeiten von Cl. Schaefer und M. Schubert (Annalen der Physik. **50**. p. 283 u. 339) **1915** erschienen, die den Nachweis „innerer Schwingungen" von Gruppen SO_4, CO_3, H_2O in Sulfaten, Carbonaten und Hydraten bringen.

[5] W. H. Bragg, W. L. Bragg, X-Rays and Crystal Structure. London 1915.

ebenfalls, daß ein O-Atom je einem Zn-Atom näher liegt, daß also auch der in der Lösung nur als ZnO enthaltene Komplex noch im Kristall als solcher erkenntlich ist. ZnO ist somit (wie wohl auch ZnS als Wurtzit) im kristallographischen Sinne keine Verbindung $A_1 B_1$; es ist nur aus einer elementaren Baugruppe ZnO aufgebaut[1].

Seit langem bekannt und durch P. v. Groth's[2] Modell der morphotropischen Reihe $J(NH_4) \longrightarrow J[N(C_3H_7)_4]$ dem Verständnis näher gebracht, ist die Ersetzung gewisser Gruppen in organischen Molekülen durch andere.

Wenn nun ein Kristall durch die nach allen Seiten stattfindende Orientierung derartiger chemisch verständlicher Komplexe sich aufbaut, so darf man vermutungsweise annehmen, daß in den entstehenden Punktgittern diesen aufbauenden Teilen oft ausgezeichnete Lagen zukommen, daß beispielsweise, bei zentrischen Komplexen, die von den Schwerpunkten ausgehenden Bindungslinien für die Kristallklasse charakteristisch sind (bei polaren vielleicht die Bindungslinien, die von ausgezeichneten Polen ausgehen). Nun sind die für reguläre Kristallisation, von der hier einzig die Rede sein soll, typischen Elemente durch das Skelett des Elementarwürfels[3], d. h. seine Kanten, Flächendiagonalen und Raumdiagonalen, gegeben. Die gleichen Bindungsrichtungen finden wir zwischen Eckpunkten des Würfels, Kantenmittelpunkten, Flächenmittelpunkten, Würfelzentrum und Vierteilungspunkten der Würfeldiagonalen. Es sind das kristallonomisch ausgezeichnete Punktlagen 1. Ordnung. Es erscheint von meinem Standpunkte aus nicht ausgeschlossen, daß für einfache Verbindungen regulärer Kristallisation eine Betrachtung dieser wenigen Punktlagen und ihrer Symmetrien genügt, um bei Kenntnis der chemischen Verhältnisse den Bau der Kristallarten verständlich zu machen.

Denken wir uns ein regelmäßiges Punktsystem[4] in allgemeinster Weise aus verschiedenen Punktlagen aufgebaut und uns selbst in eine Punktlage versetzt, so werden wir eine gewisse Anordnung aller übrigen Punkte um diese Punktlage feststellen können. Diese Anordnung erweckt den Eindruck, als ob zu der Punktlage gewisse Symmetrieelemente gehören. Die so sich offenbarende Symmetrie einer Punktlage steht naturgemäß im Zusammenhang mit der Art der Translationsgruppe und den zusätzlichen Operationen,

[1] P. Niggli, Ber. Phys. Kl. Königl. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig. **67**. p. 364. 1915.

[2] P. v. Groth, Einleitung in die chemische Kristallographie. Leipzig 1904. p. 32.

[3] Elementarwürfel ist hier nicht der Würfel p von Schoenflies, sondern das charakteristische Polyeder nach Johnsen.

[4] A. Schoenflies, Kristallsysteme und Kristalltrichter. Leipzig. 1891. Zeitschr. f. Krist. **54**. p. 545; **55**. p. 323. 1915—1916.

die man mit ihr ausführt. Anderseits bedingt eine bestimmte Anordnung von eng dazugehörigen Punkten einer ausgezeichneten Punktlage, bei gleicher Anordnung der ausgezeichneten Lagen, die spezielle Symmetrie der zugehörigen Raumgruppe. Ich will nun die regulären Raumgruppen nach den Zusammengehörigkeiten und Symmetriequalitäten der oben gekennzeichneten Hauptpunktlagen ordnen. Fallen die Schwerpunkte chemischer Komplexe einer Verbindung in derartige Hauptpunktlagen, so läßt sich aus der Art der Komplexe bereits auf die Symmetrieklasse rückschließen.

Die Untersuchung zeigt, daß in bezug auf die Zusammengehörigkeit dieser Punktlagen die 36 regulären Raumgruppen sich auf 9 Typen reduzieren. Von vornherein gehören der Vertauschbarkeit der kristallographischen Achsen wegen stets zusammen: (sind somit notwendig von den gleichen elementaren Baugruppen [Atomen oder Radikalen] besetzt) alle Flächenmitten einerseits, alle Kantenmitten anderseits und mindestens 4 tetraedrisch angeordnete Punkte von den 8 Vierteilungspunkten der Würfeldiagonalen. Die Eckpunkte eines Elementarwürfels zählen für den Elementarwürfel einmal, weil an jeder der 8 Ecken 8 Würfel zusammenstoßen ($8 \cdot \frac{1}{8}$). Die Flächenmitten zählen pro Elementarwürfel dreimal, weil an jeder der 6 Flächen 2 Würfel zusammenkommen ($6 \cdot \frac{1}{2}$). Ebenso zählt jede Kantenmitte dreimal, jedes Würfelzentrum einmal und ist jeder der $\frac{1}{4}$-Diagonalpunkte ganz zu seinem Würfel gehörig. In der Tabelle I sind die Ecken mit E, das Würfelzentrum mit C, die Flächenmitten mit F, die Kantenmitten mit K, die zwei Arten von $\frac{1}{4}$-Raumdiagonalpunkte mit D_1 und D_2 bezeichnet[1]. Die Zähligkeiten zusammengehöriger Punktlagen sind durch Zahlen unter diesen Symbolen angegeben. Die verschiedenen Typen ergeben sich nun folgendermaßen:

---

[1] Die Punkte besitzen die Koordinaten: (2 a = 1 = Kantenlänge des Elementarwürfels)

$$E = (0, 0, 0)$$
$$C = (\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2})$$
$$F = (\tfrac{1}{2}, 0, \tfrac{1}{2}), (\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, 0), (0, \tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2})$$
$$K = (\tfrac{1}{2}, 0, 0), (0, \tfrac{1}{2}, 0), (0, 0, \tfrac{1}{2})$$
$$D_1 = (\tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4})$$
$$D_2 = (\tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}).$$

Wie A. Johnsen (Fortschritte der Mineralogie. **5**. p. 17 ff. 1916) gezeigt hat, ergeben sich diese Koordinaten auch als Punktsymbole in konsequenter Übertragung der kristallographischen Indizesbezeichnungen auf Gitterelemente. Damit steht im Zusammenhang, daß bei gleicher Koordinatenwahl die Koordinaten gleichwertiger Punkte in ihren Vertauschungen und Zeichenkombinationen den verschiedenen Flächenindizes einer zusammengehörigen Kristallform analog sind. Das gestattet die rasche Erkennung der Symmetrie einer Punktlage.

e 1. Reguli Zu p. 501.

	en und Symm	Beispiele
]	E und F und (D_1 +]	
(E	E + F K + C D_1 und	$\mathfrak{T}^4$ = Natriumchlorat? Cobaltin? $\mathfrak{T}_d^2$ = Zinkblende
(E	E + F K + C + Z D_1 + D	$\mathfrak{T}_h^6$ = Pyrit $\mathfrak{O}^3$ = Sylvin, Salmiak? $\mathfrak{O}_h^5$ = Kochsalz,. Flußspat, Kupfer, Bleiglanz
(E	E + C K + F D_1 und	$\mathfrak{O}^2$ = Cuprit
(E	E + C = 3 □) + 6 S E) + 4 △ + Z K + F = 1 □ + 2) () + (2 + 2) S E + Z $D_1 + D_2$ = 3 () + Z	
(E	E + C D_1 + D	
(E		$\mathfrak{O}_h^7$ = Diamant? = Spinell
(E -		

die man mit ihr ausführt. Anderseits bedingt eine bestimmte Anordnung von eng dazugehörigen Punkten einer ausgezeichneten Punktlage, bei gleicher Anordnung der ausgezeichneten Lagen, die spezielle Symmetrie der zugehörigen Raumgruppe. Ich will nun die regulären Raumgruppen nach den Zusammengehörigkeiten und Symmetriequalitäten der oben gekennzeichneten Hauptpunktlagen ordnen. Fallen die Schwerpunkte chemischer Komplexe einer Verbindung in derartige Hauptpunktlagen, so läßt sich aus der Art der Komplexe bereits auf die Symmetrieklasse rückschließen.

Die Untersuchung zeigt, daß in bezug auf die Zusammengehörigkeit dieser Punktlagen die 36 regulären Raumgruppen sich auf 9 Typen reduzieren. Von vornherein gehören der Vertauschbarkeit der kristallographischen Achsen wegen stets zusammen: (sind somit notwendig von den gleichen elementaren Baugruppen [Atomen oder Radikalen] besetzt) alle Flächenmitten einerseits, alle Kantenmitten anderseits und mindestens 4 tetraedrisch angeordnete Punkte von den 8 Vierteilungspunkten der Würfeldiagonalen. Die Eckpunkte eines Elementarwürfels zählen für den Elementarwürfel einmal, weil an jeder der 8 Ecken 8 Würfel zusammenstoßen ($8 \cdot \frac{1}{8}$). Die Flächenmitten zählen pro Elementarwürfel dreimal, weil an jeder der 6 Flächen 2 Würfel zusammenkommen ($6 \cdot \frac{1}{2}$). Ebenso zählt jede Kantenmitte dreimal, jedes Würfelzentrum einmal und ist jeder der $\frac{1}{4}$-Diagonalpunkte ganz zu seinem Würfel gehörig. In der Tabelle I sind die Ecken mit E, das Würfelzentrum mit C, die Flächenmitten mit F, die Kantenmitten mit K, die zwei Arten von $\frac{1}{4}$-Raumdiagonalpunkte mit D_1 und D_2 bezeichnet [1]. Die Zähligkeiten zusammengehöriger Punktlagen sind durch Zahlen unter diesen Symbolen angegeben. Die verschiedenen Typen ergeben sich nun folgendermaßen:

---

[1] Die Punkte besitzen die Koordinaten: ($2a = 1 =$ Kantenlänge des Elementarwürfels)

$$\begin{aligned}
E &= (0, 0, 0) \\
C &= (\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}) \\
F &= (\tfrac{1}{2}, 0, \tfrac{1}{2}), (\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, 0), (0, \tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}) \\
K &= (\tfrac{1}{2}, 0, 0), (0, \tfrac{1}{2}, 0), (0, 0, \tfrac{1}{2}) \\
D_1 &= (\tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4}) \\
D_2 &= (\tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}), (\tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{3}{4}), (\tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}, \tfrac{3}{4}).
\end{aligned}$$

Wie A. Johnsen (Fortschritte der Mineralogie. **5**. p. 17 ff. 1916) gezeigt hat, ergeben sich diese Koordinaten auch als Punktsymbole in konsequenter Übertragung der kristallographischen Indizesbezeichnungen auf Gitterelemente. Damit steht im Zusammenhang, daß bei gleicher Koordinatenwahl die Koordinaten gleichwertiger Punkte in ihren Vertauschungen und Zeichenkombinationen den verschiedenen Flächenindizes einer zusammengehörigen Kristallform analog sind. Das gestattet die rasche Erkennung der Symmetrie einer Punktlage.

Tabelle I. **Reguläre Strukturformen.**

Typen	Raumgruppen und Symmetrie der Hauptpunktlagen				Beispiele
Typus I E; C; F; K; D_1; D_2 1; 1; 3; 3; 4; 4	$\mathfrak{T}^{1}$ E und C $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ F und K $= 3\,\widehat{()}^{\vee}$ D_1 und $D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{T}_d^{1}$ E und C $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 6\,SE + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ F und K $= (1+2)\,\widehat{()}^{\vee} + 2\,SE$ D_1 und $D_2 = 3\,SE + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$			
Typus II E, C; F; K; $(D_1 + D_2)$ 1; 1; 3; 3; 8	$\mathfrak{T}_h^{1}$ E und C $= (3\,() + 3\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ F und K $= (3\,() + 3\,SE) + Z$ $D_1 + D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}^{1}$ E und C $= 3\,\widehat{\square}^{\vee} + 6\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ F und K $= 1\,\widehat{\square}^{\vee} + (2+2)\,\widehat{()}^{\vee}$ $(D_1 + D_2) = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{1}$ E und C $= (3\,\square + 3\,SE) + (6\,() + 6\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ F und K $= (1\,\square + 1\,SE) + [(2+2)\,() + (2+2)\,SE] + Z$ $(D_1 + D_2) = 3\,SE + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$		
Typus III (E + F); (K + C); D_1; D_2 4; 4; 4; 4	$\mathfrak{T}^{2}$ E + F K + C D_1 und D_2 $\Big\} = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{T}^{4}$ E + F K + C D_1 und D_2 $\Big\} = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{T}_d^{2}$ E + F K + C D_1 und D_2 $\Big\} = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 6\,SE + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$		$\mathfrak{T}^{4}$ = Natriumchlorat? Cobaltin? $\mathfrak{T}_d^{2}$ = Zinkblende
Typus IV (E + F); (K + C); $(D_1 + D_2)$ 4; 4; 8	$\mathfrak{T}_h^{2}$ E + F K + C $\Big\} = (3\,() + 3\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ $D_1 + D_2 = 3\,() + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{T}_h^{6}$ E + F K + C $\Big\} = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ $D_1 + D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}^{3}$ E + F K + C $\Big\} = 3\,\widehat{\square}^{\vee} + 6\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ $D_1 + D_2 = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{5}$ E + F K + C $\Big\} = (3\,\square + 3\,SE) + (6\,() + 6\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ $D_1 + D_2 = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 6\,SE + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{T}_h^{6}$ = Pyrit $\mathfrak{O}^{3}$ = Sylvin, Salmiak? $\mathfrak{O}_h^{5}$ = Kochsalz, Flußspat, Kupfer, Bleiglanz
Typus V (E + C); (K + F); D_1; D_2 2; 6; 4; 4	$\mathfrak{T}_h^{3}$ E + C $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ K + F $= 3\,\widehat{()}^{\vee}$ D_1 und $D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$	$\mathfrak{O}^{2}$ (E + C) $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ (K + F) $= 3\,\widehat{()}^{\vee}$ D_1 und $D_2 = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{4}$ E + C $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 6\,SE + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ K + F $= (1+2)\,\widehat{()}^{\vee} + 2\,SE$ D_1 und $D_2 = (3\,() + 3\,SE) + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$		$\mathfrak{O}^{2}$ = Cuprit
Typus VI (E + C); (K + F); $(D_1 + D_2)$ 2; 6; 8	$\mathfrak{T}^{3}$ E + C $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ K + F $= 3\,\widehat{()}^{\vee}$ $D_1 + D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ $\mathfrak{T}_h^{5}$ E + C $= (3\,() + 3\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ K + F $= (3\,() + 3\,SE) + Z$ $D_1 + D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$	$\mathfrak{T}_d^{3}$ E + C $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 6\,SE + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ K + F $= (1+2)\,\widehat{()}^{\vee} + 2\,SE$ $D_1 + D_2 = 3\,SE + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ $\mathfrak{T}_d^{4}$ E + C $= 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ K + F $= 3\,\widehat{()}^{\vee}$ $D_1 + D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}^{5}$ E + C $= 3\,\widehat{\square}^{\vee} + 6\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ K + F $= 1\,\widehat{\square}^{\vee} + (2+2)\,\widehat{()}^{\vee}$ $D_1 + D_2 = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ $\mathfrak{O}_h^{2}$ E + C $= 3\,\widehat{\square}^{\vee} + 6\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ K + F $= 1\,\widehat{\square}^{\vee} + (2+2)\,\widehat{()}^{\vee}$ $D_1 + D_2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$	$\mathfrak{O}_h^{3}$ E + C $= (3\,() + 3\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ K + F $= (3\,() + 3\,SE) + Z$ $D_1 + D_2 = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ $\mathfrak{O}_h^{9}$ E + C $= (3\,\square + 3\,SE) + (6\,() + 6\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$ K + F $= (1\,\square + 1\,SE) + (2+2)\,() + (2+2)\,SE + Z$ $D_1 + D_2 = (3\,() + 3\,SE) + 1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$	
Typus VII (E + C + K + F); $(D_1 + D_2)$ 8; 8	$\mathfrak{T}^{5}$ E + C + K + F $D_1 + D_2$ $\Big\} = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{T}_h^{7}$ E + C + K + F $D_1 + D_2$ $\Big\} = 1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$	$\mathfrak{T}_d^{6}$ E + C + K + F $D_1 + D_2$ $\Big\} = 3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{8}$ E + C + K + F $= 3\,\widehat{\square}^{\vee} + 6\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$ $D_1 + D_2 = (3\,() + 3\,SE) + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$	
Typus VIII $(E + F + D_1)$; $(K + C + D_2)$ 8; 8	$\mathfrak{T}_h^{4}$ $3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}^{4}$ $3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}^{6}$ und $\mathfrak{O}^{7}$ $1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{7}$ $3\,\widehat{()}^{\vee} + 6\,SE + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{7}$ = Diamant? = Spinell
Typus IX $(E + F + K + C + D_1 + D_2)$ 16	$\mathfrak{T}_d^{5}$ $1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}^{8}$ $1\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{6}$ $3\,\widehat{()}^{\vee} + 4\,\widehat{\triangle}^{\vee}$	$\mathfrak{O}_h^{10}$ $1\,\widehat{\triangle}^{\vee} + Z$	

1. Typus. Jede dieser Hauptpunktlagen E, C, F, K, D_1, D_2 bildet für sich eine strukturelle Einheit. Das bedeutet noch nicht, daß gleichzählige Lagen verschiedene Symmetrieelemente besitzen, sie brauchen nur nicht in paralleler Lage sich zu wiederholen. Jede Hauptpunktlage kann somit von verschiedenen elementaren Baugruppen in Beschlag genommen werden.

2. Typus. E, C, F, K strukturell verschieden D_1 und D_2 zusammengehörig.

3. Typus. E + F und K + C paarweise zusammengehörig, D_1 und D_2 verschieden.

4. Typus. Auch D_1 und D_2 gehören zusammen.

5. Typus. E + C, K + F zusammengehörig, D_1 und D_2 getrennt.

6. Typus. Wie Typus 5, nur D_1 und D_2 zusammengehörig.

7. Typus. E + C + K + F zusammengehörig im Gegensatz zu $D_1 + D_2$.

8. Typus. E + F + D_1 bilden eine Einheit, K + C + D_2 eine andere. D_1 und D_2 können ihre Stellung wechseln.

9. Typus. Alle Hauptpunkte gehören zusammen.

Jeder dieser Typen notwendiger Zusammengehörigkeit von Hauptpunktlagen kann noch verschiedenen Raumgruppen von Schoenflies entsprechen. Diese Raumgruppen unterscheiden sich dadurch voneinander, welcher Art die Symmetrieelemente sind, die durch die Hauptpunktlagen gehen. In Betracht kommen nur gewöhnliche Symmetrieebenen, gewöhnliche Achsen (Drehachsen, Symmetrieachsen) und Symmetriezentren, da die Zusatztranslationen bereits in der Zusammengehörigkeit der Hauptpunktlagen ihren Ausdruck finden (Drehspiegelebenen sind nicht mitangeführt). Die beigefügte Tabelle I zu p. 501 zeigt[1], was für Symmetriequalitäten den einzelnen Hauptpunktlagen in den verschiedenen Raumgruppen zukommen. Drehachsen sind durch Drehpfeile kenntlich gemacht. Vierzählige, dreizählige und zweizählige Achsen unterscheiden sich durch Viereck, Dreieck und Zweieck. SE = Symmetrieebene, Z = Symmetriezentrum. Einige Beispiele mögen die Anwendbarkeit der Tabelle erläutern.

Die regelmäßigen Punktsysteme entsprechen der einfachsten Verbildlichung der Symmetrieeigenschaften der Kristalle. Da heute durch die Röntgenogrammetrie sich Anhaltspunkte über die Atomanordnung in Kristallen ergeben, ist es durchaus notwendig zu untersuchen, wie weit man durch die homogene Anordnung nach derartigen regelmäßigen Punktsystemen die äußeren Symmetrie-

[1] Die in der Tabelle niedergelegten Daten gestatten noch nicht eine durchgehende Unterscheidung der Raumgruppen (beispielsweise $\mathfrak{T}_d^6$ und $\mathfrak{O}^8$). Es müssen dann Symmetriequalitäten weiterer Punktlagen oder die Art der Verteilung einer konstruktiven Punktlage in Betracht gezogen werden.

eigenschaften einer Kristallart erklären kann. Auch darüber sollen die Beispiele Aufschluß geben. Kompliziertere Annahmen (Aufbau nach Lamellensystemen oder Raumgruppen in Zwillingsstellungen usw.) wird man vorerst offenbar nur da benutzen dürfen, wo jegliche einfachere Deutung versagt.

Die Diskussion für Verbindungen $A_1 B_1$ ist bereits an anderer Stelle[1] geführt worden. Macht man die Schwerpunkte von A zu Würfeleckpunkten, so muß B in gleicher Zähligkeit vorhanden sein. Für die Hauptpunktlagen ist das nur derart möglich, daß viererlei prinzipiell verschiedene Anordnungen entstehen. Die zwei wichtigsten für 2atomige Verbindungen $A_1 B_1$ sind die nach den Schemen

[A, 6 B]; [B, 6 A];

verwirklicht in Typus III und IV [(E + F) : (K + C)] und

[A, 4 B]; [B, 4 A]

verwirklicht in Typus III.

Beruht die Gesamtsymmetrie nur auf dieser Anordnung, so resultiert für den ersten Fall regulär holoedrische Symmetrie, für den zweiten Fall tetraedrische. Beispiele sind die auch chemisch als $A_1 B_1$ zu betrachtenden Körper NaCl, PbS für die erstere Anordnung, ZnS als Sphalerit für die zweite Anordnung.

Ist es nun für eine mehratomige Verbindung aus chemischen Gründen wahrscheinlich, daß sie im molekularen Sinne aus 2 Teilen 1 A, 1 B bestehe, sei es, daß diese Teile als Ionen gesonderte Existenz besitzen, oder daß nur im Molekül einzelne Atome im engeren Verbande stehen, so kann bei regulärer Kristallisation eine ähnliche Anordnung der Schwerpunkte der Gruppen A und B erwartet werden. Durch die Anordnung innerhalb des Atomkomplexes wird dann aber die Symmetrie des ganzen Gebäudes beeinflußt. Und es scheint der Mühe wert, zu versuchen, ob sich, von chemischen Gesichtspunkten ausgehend, die resultierenden Kristallklassen voraussagen lassen.

1. Pyrit. Die chemisch verständliche Zerlegung von FeS_2 ist (gemäß dem Charakter der Polysulfide) die in Fe und S_2. Sofern wir nun wissen, daß Fe und S_2 sich nach dem Schema

[A, 6 B]; [B, 6 A]

zum regulären Raumgitter zusammenfinden, also nach den einfachsten, der dichtesten Packung entsprechenden, Schema, ergibt sich bei Betrachtung der Tabelle ohne weiteres die resultierende Symmetrie der Atomanordnung. Fe sei Eckpunkt des Würfels. In Betracht kommen Typus III und IV. Die Symmetrie von Kantenmitte und Würfelzentrum muß eine derartige sein, daß sie,

[1] P. Niggli, Berichte, l. c.

gemäß der Konstitution des Komplexes S_2, eine zweiwertige Punktlage besitzt. Das ist offenbar am einfachsten möglich, wenn durch K und C singuläre Drehachsen gehen und K und C noch Symmetriezentren sind. Dieser Fall ist unter den Typen III und IV einzig in $\mathfrak{T}_h^6$ verwirklicht. In der Tat kristallisiert Pyrit dyakisdodekaedrisch und die Untersuchungen von Bragg und Ewald haben ergeben, daß die S-Atome auf trigonalen Achsen liegen, die jedoch nur in der Einzahl durch die K- und C-Punkte gehen ($\mathfrak{T}_h^6$).

Ullmannit NiSbS und Kobaltin CoAsS sind vermutlich ähnlich gebaut. Wenn nun aber der Schwerpunkt von SbS oder AsS den Schwerpunkt von S_2 vertritt, so muß, der verschiedenen Atomgewichte von Sb, S und As wegen, das schwerere Atom näher der Kantenmitte liegen als das leichtere. Sb- und S-Lage sind nicht mehr gleichwertig und zueinander in der Inversionsstellung. Einwertige Punktzuordnung besitzen Kantenmitte und Würfelzentrum einzig in der Gruppe $\mathfrak{T}^4$ der Typen III und IV. In der Tat soll besonders deutlich Ullmannit (Sb = 120, S = 32) tetardoedrische Symmetrie zeigen. Man hat in sehr geringem Maße tetardoedrische Erscheinungen auch bei Pyrit beobachtet. Schoenflies hat bereits dafür Strukturmöglichkeiten diskutiert. Eine kleine Verschiebung der Schwerpunktslage ist nicht undenkbar, doch werden die betreffenden Kristalle vor allem chemisch untersucht werden müssen, um festzustellen, ob nicht ein geringer Teil von S durch Sb oder As ersetzt ist.

2. Natriumchlorat. Es ist bereits äußerst wahrscheinlich, daß in Elektrolyten die Ionen elementare Baugruppen sind[1]. Von $NaClO_3$ weiß man nach Bragg nur, daß die Na- und Cl-Atome angenähert oder gleich angeordnet sind wie die Na- und Cl-Atome im Kochsalz. Es ist wohl anzunehmen, daß der Schwerpunkt der Cl-Atome zugleich der Schwerpunkt des Komplexes ClO_3 ist. Wiederum kommen somit die Typen III und IV in Frage. K und C müssen Symmetrieelemente besitzen, die eine dreifache Anordnung der O-Atome in einer Ebene gestatten, also eine (und nur eine) dreizählige Achse ohne Symmetriezentrum besitzen. Dieser Fall ist unter den Typen III und IV nur in der Gruppe $\mathfrak{T}^4$ verwirklicht. In der Tat kristallisiert $NaClO_3$ tetraedrisch-pentagondodekaedrisch, es ist also sehr wahrscheinlich der Gruppe $\mathfrak{T}^4$ zuzuordnen!

Betrachten wir die daraus resultierende Anordnung etwas näher. In den Ebenen gleicher Baugruppenschwerpunkte sind diese nach dem hexagonalen System gleichseitiger Dreiecke geordnet. Die 3 O-Atome liegen aber abwechselnd in Ebenen senkrecht zu einer der 4 windschief zueinander stehenden trigonalen Achsen.

---

[1] Siehe darüber: A. Johnsen, Physikal. Zeitschr. **15**. p. 712. **1914** und Fortschritte d. Mineralogie. **5**. p. 126. **1916**.

Wird nun eine der trigonalen Achsen derart bevorzugt, daß sich alle O-Atome um ihre zugehörigen Cl-Atome in die Ebene senkrecht zur Achse legen, so resultiert die rhomboedrische Raumgruppe. Ihr entspricht die Kristallisation des ähnlich gebauten Calcites. ($CaCO_3$) mit dem Rhomboeder $\{40\bar{4}1\}$.

3. Ganz allgemein gestattet unsere Tabelle[1] vorauszusagen, welche regulär kristallisierenden Typen einer Kristallstruktur zugerechnet werden können, wenn man aus der chemischen Konstitution die Zahl und Art der elementaren Baugruppen kennt. Ich will noch Verbindungen BAB etwas näher betrachten unter der Voraussetzung, daß jede der zwei B-Gruppen Lagen kristallonomischer Punkte 1. Ordnung gleicher Minimalsymmetrie einnimmt. Es ist somit zu untersuchen, in welchen Gruppen ein Verhältnis der Zähligkeiten 1 : 2 der Hauptpunkte vorhanden ist. Dieses Verhältnis finden wir in den Typen IV $[(E + F) : (D_1 + D_2)]$ und V $[(E + C) : D_1]$. Es kann aber auch im Typus III vorhanden sein, wenn zwei strukturell verschiedene, aber gleichsymmetrische Hauptpunktlagen von der gleichen Baugruppe besetzt sind (vielleicht $Ba(NO_3)_2$ als $\mathfrak{T}^4$). Von den bis jetzt untersuchten Kristallen ist zu erwarten, daß Flußspat F—Ca—F und Cuprit O—Cu—O Verbindungen B—A—B sind. In der Tat entspricht dem Typus IV die Struktur von CaF_2 ($\mathfrak{O}_h^5$), dem Typus V die Struktur von Cuprit ($\mathfrak{O}^2$). Die pentagonikositetraedrische Hemiedrie von Cuprit kommt in einer derartigen Anordnung aber nicht zum Ausdruck. Auch bei KCl kommt diese Hemiedrie ja in der Atomanordnung nicht zur Geltung. Sie kann auch, sofern man an der Existenz homogener regelmäßiger Punktsysteme festhält, nicht aus einer kleinen Verschiebung des Schwerpunktes einer Atomart erklärt werden, denn die Tabelle zeigt, daß dies für die Anordnung [**A**, 6 B]; [**B**, 6 A] nur in der Raumgruppe $\mathfrak{T}^4$ nach den einzelnen trigonalen Achsen möglich ist, also zur Tetardoedrie führt. Es sind nun zwei Hypothesen möglich. Man kann nach dem Vorgehen von Johnsen und Schoenflies, dem ich mich angeschlossen habe, denken, daß praktisch der Atomschwerpunkt die ausgezeichnete Lage einnimmt, aber im Bau der Atome etwas vorhanden sei, das die niedrige Symmetrie der Kristallart bedingt. Inwiefern die nach der Theorie der regelmäßigen Baugruppen abgeleitete Minimalsymmetrie über das „Gestaltliche" der Atome (mit ihren Elektronen) etwas auszusagen vermag, läßt sich noch nicht feststellen. Man könnte aber auch, wohl im Sinne von J. Beckenkamp, an nur quasihomogene Anordnungen denken, beispielsweise an Aufbau aus tetardoedrischen und holoedrischen Raumperioden.

In allen den bis jetzt bekannten Beispielen, wo die homogene, regelmäßige Atomanordnung eine niedrigere äußere Symmetrie

[1] Sofern die Kristalle regelmäßigen Punktsystemen entsprechen.

der Kristallart nicht erklären kann, sind jedoch die Anzeichen dieser niedrigeren Symmetrie sehr schwach. Das läßt verstehen, daß sie auf gewissermaßen sekundäre Ursachen zurückgeführt werden dürfen.

4. Noch sei als besonders interessantes Beispiel die Struktur von NH_4 Cl betrachtet. NH_4 bildet wohl sicher einen symmetrischen Komplex, mit den N-Atomen in der Mitte eines Tetraeders, den 4 H-Atomen an den Ecken. Der Schwerpunkt von NH_4 muß daher tetardoedrische oder tetraedrische Symmetrie aufweisen. Anderseits läßt sich beim dyakisdodekaedrisch kristallisierenden Salmiak eine Verwandtschaft mit Sylvin nicht abstreiten, man würde daher die gleiche Raumgruppe $\mathfrak{O}^3$ (im Sinne der Schoenflies'schen Zuordnung) erwarten. Dann ist eine derartige Anordnung nur möglich, wenn $E + F$ und $K + C$, die ja gleiche Minimalsymmetrie aufweisen, gleichzeitig von Cl-Atomen besetzt sind und der Schwerpunkt des NH_4-Komplexes auf die Punkte $D_1 + D_2$ fällt (Verhältnis $= (4 + 4) : 8 = 1 : 1$). In der Tat haben die Bragg'schen Untersuchungen[1] festgestellt, daß die Cl-Atome die Ecken eines Würfelchens, die N-Atome sein Zentrum sind. Dieses Würfelchen ist aber nur $\frac{1}{8}$ des mit dem Sylvinwürfel verglichenen Elementarwürfels.

Diese Beispiele der Anwendungen mögen zeigen, daß die Tabelle von Nutzen sein kann, wenn es sich darum handelt, eine Kristallart von bestimmter chemischer Zusammensetzung einer regulären Raumgruppe zuzuordnen. Inwieweit die bei den untersuchten Beispielen zutage tretenden großen Gesetzmäßigkeiten der Kristallstruktur von allgemeiner Bedeutung sind (Anordnung der Schwerpunkte oder ausgezeichneten Pole von elementaren Baugruppen nach einfachsten Raumgesetzen) läßt sich noch nicht voraussehen. Man wird aber bei den weiteren experimentellen Untersuchungen darauf achten müssen, besonders wenn es sich um die Entscheidung zwischen mehreren, sonst gleichmäßig wahrscheinlichen, Fällen handelt.

Das Vorkommen und die Entstehung des Hartsalzkainitits.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Das Kainititgestein (Halit-Kainit) der Kalisalzlager entstand bekannterweise durch die Hydrometamorphose des Hauptsalzes (Kieserit-Halit-Carnallit; Kieserit % < Halit % < Carnallit %). Einsickernde Laugen drangen in die emporgestiegenen Teile der Hauptsalzlager und führten zu jenen Gleichgewichtsveränderungen

[1] Siehe besonders das Buch: X-Rays and Cristal Structure. London 1915. Alle hier angeführten Beispiele beziehen sich auf Bragg'sche Untersuchungen.

abgelagerter Salze, die im Sinne der Van't Hoff'schen Schemata unter 72° rückgängig erfolgen mußten[1]:

Carnallit Kieserit Steinsalz	⟶	Kainit Steinsalz

Je nach der Vollständigkeit dieses Kainitisationsvorganges erreicht die „Reife" des entstandenen Kainits verschiedene Stufen. Infolge mangelhafter Laugenzufuhr und Sättigung an Chlormagnesium blieb stellenweise unveränderter Carnallit zurück. Mit der Einwirkung chlormagnesium- und chlorcalciumreicher Laugen sind auch die einzelnen Bischofit- und Tachhydritnester des Kainithutes zu erklären.

Die Hartsalzgesteine (Kieserit-Sylvin-Halit; Kieserit % $\lesseqgtr$ Sylvin % < Halit %) der Kalisalzlager entsprechen jenen Umwandlungsprodukten des Hauptsalzes, die infolge thermaler Zersetzung und hydrothermal rückgängiger Gleichgewichtsveränderung zwischen den Temperaturen 167,5°—72° entstehen können[2]:

Carnallit Kieserit Steinsalz	⟶	Sylvin Kieserit Steinsalz

Es wäre dies die entsprechendste Definierung ihrer Entstehungsart, da bei dieser Begrenzung der Entstehungstemperatur auch die in der Natur örtlich verschieden gewesenen Verhältnisse der Zusammensetzung und des Druckes möglichst berücksichtigt wurden.

Gleichzeitig mit der erwähnten Hydrometamorphose bezw. Kainitisierung des Hauptsalzes erlitten stellenweise auch die emporgestiegenen Hartsalzschichten eine ähnliche Umwandlung:

Sylvin Kieserit Steinsalz	⟶	Kainit Steinsalz

Die auf die Zusammensetzung einzelner Schichtkomplexe (Staßfurt) und Nester (Wintershall, Alexandershall) des Hartsalzkainitits bezüglichen Analysendaten sind in Tabelle 1 (s. p. 507) zusammengefaßt.

Da die entsprechenden Hartsalzmutterschichten an vielen Stellen weniger Magnesiumsulfat enthalten, so muß, analog dem Hauptsalzkainitit[3], die Zufuhr sulfathaltiger Laugen stellenweise auch bei diesem Umwandlungsvorgang vorausgesetzt werden.

[1] Van't Hoff, Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. Heft I. p. 80.

[2] Földtani Közlöny. 1915. Heft 10—12. Zeitschr. f. anorg. Chemie. **97**. p. 47.

[3] Zeitschr. f. anorg. Chemie. **94**. p. 92. — Földtani Közlöny. 1915. p. 309.

Tabelle 1.

Zusammensetzung	Berlepsch 1	Berlepsch 2	Berlepsch 3	Wintershall 1	Wintershall 2	Alexandershall
Kainit	58,3	59,0	63,6	92,7	96,6	93,5
Sylvin	7,2	12,3	5,1	Spuren	0,7	Spuren
Carnallit . . .	—	—	—	0,6	Spuren	Spuren
Steinsalz . .	32,8	25,9	29,0	6,1	2,1	5,7

Im Vergleiche zum Hauptsalzkainitit ist der Kainitisationsvorgang der Hartsalzschichten ein viel gleichmäßigerer. Während nämlich die aus Kainit und Steinsalz verworren zusammengewachsenen Massen des Hauptsalzkainitits eine Schichtung nur selten und auch dann sehr verschwommen aufweisen, erscheint der Hartsalzkainitit zumeist geschichtet, indem das Lager zahlreiche Adern unveränderten Sylvins durchkreuzen. Auch der Carnallitgehalt der zwei Kainititarten ist oft sehr abweichend. Im Hartsalzkainitit kommt nämlich der Carnallit selten vor, wogegen im Hauptsalzkainitit derselbe stets vorhanden ist. Tachhydrit und Bischofit konnte ich in der Zone des Hartsalzkainitits nirgendswo vorfinden.

Da die Entstehung des Hartsalzkainitits aus genetischem Gesichtspunkte von Belang ist und zugleich ein klares Beispiel jener Hydrometamorphosen bezw. Rückwandlungen liefert, welchen die sekundären Salzmineralien unterhalb ihrer Bildungstemperatur ausgesetzt sein können, hielt ich zu seiner Unterscheidung vom Hauptsalzkainitit die Benennung Thanit für zweckmäßig[1]. Die von Everding vorgeschlagene Bezeichnung Kainitit würde demnach dem aus Hauptsalz entstandenen Halit-Kainit entsprechen, wogegen unter dem Namen Thanit ein aus dem Hartsalz entstandener Halit-Kainit ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O + xNaCl$) verstanden wird.

Es kommen in der Zone des Thanits, analog den Hauptsalz- und Hartsalzlagern, im Horizonte kalireicher Schichten kaliarme und sogar taube Stellen vor. Dieser Umstand hängt in vielen Fällen mit jenen Entmischungsvorgängen des Carnallits zusammen, als infolge tektonischer Vorgänge, bezw. infolge lokaler Abpressung von Carnallit, stellenweise Vertaubungen an Kalisalzen und Anhäufung derselben in den Ausbauchungen zwischengelagerter Salzbänke entstanden sind.

Mit dieser Art rein mechanischer Vertaubung dürfen jene Vertaubungsvorgänge, die besonders im Südharzer anhydritischen Sylvin-Halit so typisch auftreten, nicht verwechselt werden. Dieselben entsprechen dynamisch-chemischen und rein chemischen

[1] Földtani Közlöny. 1915. p. 307.

Vertaubungsvorgängen, wobei die Veränderungen abgelagerter Salze, im Zusammenhang mit der Strömungsrichtung und Statik der zirkulierenden Laugen und je nach der Zeitdauer der Einwirkung verschieden temperierter Laugen, bezw. nach den zeitweise und lokal bestandenen chemischen und dynamischen Bedingungen der Gleichgewichtszustände, in mehreren Stufen und in verschiedener Ausbildung vor sich gehen konnten.

Bereits die Zurückveränderung sekundär umgewandelter Schichten hängt mit der erwähnten Statik zirkulierender Laugen zusammen. So bildeten sich sylvinisch gewordene Schichten, infolge der nachträglichen Zufuhr von Chlormagnesia aus bishin unverändert gebliebenen Lagerteilen, in Carnallit zurück und es entstanden isolierte Nester von Hauptsalz im Hartsalz-, als auch von Hartsalz im Hauptsalzlager. Auch kam es stellenweise zum lokalen Verschwinden einzelner Mineralbestandteile, wogegen an anderen Stellen unerwartete Ausscheidungen derselben erfolgten (Kieseritnester im jüngeren Lager, große Verschiedenheiten des Jodgehaltes in denselben Horizonten usw.).

Die Thanitbildung entspricht in der Regel einem einfachen Kainitisationsvorgang des bis zum Kainithut emporgestiegenen Hartsalzes (I). Der Hinweis auf die mannigfaltigen Gleichgewichtsveränderungen abgelagerter Salze erschien mir insofern notwendig, weil die Entstehungsart des Hartsalzkainits nicht immer mit Sicherheit festzustellen war und stellenweise auf mehrfache Umwandlungsvorgänge deutet. In den meisten Fällen jener Werravorkommnisse, als der Hartsalzkainit in einzelnen isolierten Nestern auftritt, konnte ich in ihrer unmittelbaren Nähe vertikale Sprünge („Schnitte") feststellen, die mit Kainit und Steinsalz ausgefüllt waren. Der Zusammenhang dieser Kainitnester und „Schnitte" ist ein augenfälliger und läßt den Thanit als hydrometamorphoses Produkt des Hartsalzes erkennen, indem der Laugenzufluß durch diese Sprünge erfolgen mußte. Andererseits kommt der Thanit in den kieseritreichen liegenden Teilen dieser Hartsalzlager auch in isolierten Bändern vor, die stellenweise in langbeinithaltige Schichten übergehen. An manchen Stellen der untersten, bereits im Liegend-Steinsalz befindlichen kaliführenden Schnüre kommen sowohl Gemenge des Kainits und Carnallits, als auch reiner Carnallit vor (Alexandershall).

Alle diese Umstände, als auch die chemisch-petrographische Prüfung der entsprechenden Proben, ließen seinerzeit die Vermutung aussprechen[1], daß in den liegendsten Schichten der Werrasalzablagerungen auch Kainit vorhanden sein konnte, und zwar entweder als direktes Ausscheidungsprodukt (II), oder als hydrometamorphes Zwischenprodukt der Hartsalzbildung (III).

[1] Zeitschr. f. anorg. Chemie. **88**. p. 331.

Es könnte demnach bei der Voraussetzung primärer Kainitausscheidung die Anwesenheit der erwähnten Kainitbänder nach JÄNECKE[1] dadurch erklärt werden, daß bei der Thermometamorphose des abgelagerten Kainits ein Teil der entstandenen Lauge im Lager stehenblieb und nach erfolgter Temperaturabnahme zur lokalen Zurückbildung des Urkainits führte (IV). Bei einem bestimmten Chlormagnesiagehalt dieser Laugen würde auch das Bestehen der erwähnten Kainit-Carnallitschnüre verständlich sein. Die im Horizonte der Kainitbänder vorkommenden Langbeinitschichten dürften wieder teilweise jenen thermalen Umwandlungsprozessen des Kainits entsprechen, bei welchen die entstandenen Laugen vollständig ausgepreßt wurden.

Der bereits erwähnte Umstand, daß im Liegend-Steinsalz auch reine Carnallitschnüre vorkommen, ebenso wie die Feststellung[2], daß bereits Lage 2 des unteren Werrakalisalzlagers an vielen Stellen aus kieseritarmem Sylvin-Halit besteht (Tabelle 2), schließen indessen auch jene Möglichkeit nicht aus, daß der Liegend-Kainit des Werrahartsalzes zum Teil auch als kainitisches Zwischenprodukt ursprünglich carnallitisch-kieseritischer Schichten zurückbleiben konnte (III).

Tabelle 2.

Zusammensetzung	Alexandershall		Sachsen-Weimar
	1	2	3
Sylvin	36,8	28,7	35,2
Kieserit	0,6	1,1	0,7
Steinsalz	62,2	69,7	63,8

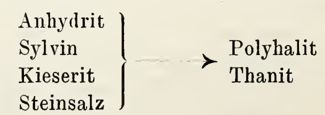
Was die diskordante Auflagerung der Hangend-Carnallite in den Werrasalzlagern anbelangt, so wäre es gänzlich verfehlt, wenn wir zur Erklärung derselben thermale Auspressungsvorgänge in den liegenden Lagerteilen voraussetzen würden. Die durch Steinsalz abgesonderten, parallelen Schichten dieser Carnallite widerlegen ähnliche Verallgemeinerungen und lassen erkennen, daß mit der Bodengestaltung und stattgefundener Laugenwanderung der Zechsteinseen die spezifisch schweren und chlormagnesiareichen Bodenlaugen sich in den tieferen Beckenteilen ansammelten, wodurch an diesen Stellen die periodische Entstehung von Sättigungszonen für Kalisalze und daher die Möglichkeit der diskordanten Auflagerung von Carnallit gegeben war. Hierbei war die Eliminierung der Kieseritausscheidung nur eine vorübergehende, da in den höheren Horizonten des Hangend-Steinsalzes, wo es noch zu

[1] E. JÄNECKE, Die Entstehung der deutschen Kalisalzlager. 1915. p. 74.
[2] Zeitschr. f. anorg. Chemie. 88. p. 322.

weiteren Ausscheidungen der Kalisalze kam, bereits die markanten Kieseritschnüre auftreten (Neuhof bei Fulda). Der Umstand, daß mit Ausnahme der Staßfurter und umgebender Gruben die Zone des Polyhalit-Halits zumeist fehlt, muß — nebst den Tiefenverhältnissen der eintrocknenden Seen — ebenfalls mit dem zunehmenden Chlormagnesiagehalt der eintrocknenden Laugen erklärt werden. Auch die frühzeitige Eliminierung der Kainitausscheidung und Auftritt von Carnallit waren mit dieser Erscheinung verbunden[1].

Nehmen wir sämtliche Entstehungsmöglichkeiten des Thanits in Betracht, so kann als eventuelles Zwischenprodukt der von Jänecke angegebene Anhydrokainit[2] ($KMgClSO_4$) nicht außer acht gelassen werden. Bei den hohen Entstehungstemperaturen dieses Salzes und seiner Gemische würde die Möglichkeit seiner Entstehung nur dann verständlich sein, wenn wir den im Werrasalzgebiete eindringenden Basaltmassen entsprechende thermale Wirkung zuschreiben. Die im Werke Sachsen-Weimar bereitwilligst ausgeführte Aufschließung jener Stelle, wo ich vom direkten Zusammentreffen des unteren Kalilagers mit dem durchdringenden Basalt gewisse Resultate erwartete, war leider erfolglos. Die Kalisalze und besonders der Carnallit entkamen gerade an dieser Stelle der direkten Einwirkung des Basalts, da sie auf die Seiten gepreßt wurden. Wenn auch die bisherige Prüfung von Dünnschliffen den Anhydrokainit nicht erkennen ließ und die Entstehungsart des Basaltkainits zum Teil mit jenem nachträglichen Laugenzufluß in Verbindung gebracht werden kann, welcher entlang der Basaltgänge erfolgte[3], so wären weitere chemisch-petrographische Untersuchungen jedenfalls wünschenswert, da der Anhydrokainit, als bereits verschwundenes Zwischenprodukt, eventuell trotzdem anwesend sein konnte.

Von Interesse ist ferner das im Thanitlager beobachtete Vorkommen von Polyhalit und Astrakanit. Der Polyhalit entstand aus anhydritreichen Teilen des Hartsalzes, gleichzeitig mit dem Hartsalzkainit, infolge von Laugeneinwirkung:



Stellenweise ist der anhydrithaltige Tonablöser des oberen Werrakalilagers mit eingepreßtem Carnallit imprägniert. Wo nun diese Schicht der Einwirkung zirkulierender Laugen ausgesetzt war, dort entstand auch Polyhalit, stellenweise verzweigte Überkrustungen bildend. In der unmittelbaren Nähe der Basaltgänge fand die

[1] Földtani Közlöny. 1915. p. 300. Zeitschr. f. anorg. Chemie. **97**. p. 45.
[2] Kali. 1913. p. 140.
[3] Zeitschr. f. anorg. Chemie. **88**. p. 328.

Umwandlung des anhydritisch-kieseritischen Sylvin-Halits stellenweise auch als reiner Thermalprozeß, ohne begleitende Kainitisationsvorgänge, statt, indem die anhydritreichen Hartsalzschnüre bei der Annäherung an die Basaltgänge direkt in Halit-Polyhalit übergehen. Im liegenden, magnesiumsulfatreichen Teile der Thanitzone kommt stellenweise auch grau gefärbter Astrakanit, von stark glänzendem, muscheligem Bruch, vor. Die Zusammensetzung einer solchen Einlagerung war die folgende:

$$41{,}15\ \%\ Na_2SO_4,\quad 0{,}73\ K_2SO_4,\quad 35{,}46\ MgSO_4,\quad 1{,}23\ NaCl,\quad 21{,}40\ H_2O.$$

Dieselbe entspricht demnach sehr annähernd der Formel

$$Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4\,H_2O.$$

Im Liegend-Steinsalz der Thanitschichten ist auch der sekundäre Glauberit nicht selten. Sein Vorkommen konnte ich auch in Jahresschnüren des Werrasteinsalzes feststellen.

Die geschilderten Entstehungsarten des Thanits können in Folgendem zusammengefaßt werden:

I.	Carnallit, Kieserit, Steinsalz	→	Sylvin, Kieserit, Steinsalz	→	Kainit, Steinsalz		
	Hauptsalz	→	Hartsalz	→	Thanit		
II.	Kainit, Carnallit, Steinsalz	→	Sylvin, Kieserit, Steinsalz	→	Kainit, Steinsalz		
III.	Carnallit, Kieserit, Steinsalz	→	Kainit, Steinsalz	→	Sylvin, Kieserit, Steinsalz	→	Kainit, Steinsalz
	Hauptsalz	→	Kainitit	→	Hartsalz	→	Thanit

IV. Kainit-Steinsalz ⇄ Langbeinit-Sylvin-Kieserit-Steinsalz + Lauge.

Doryphorosaurus nov. nom. für Kentrosaurus Hennig.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Im Jahrgang 1915 der Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde Berlin publiziert Hennig eine vorläufige Beschreibung eines ostafrikanischen Stegosauriers, für den er wegen seiner Stacheln den Namen *Kentrosaurus* nov. nom. proponiert. Der Name *Centrosaurus* ist nun aber schon von Lambe in 1904 (Trans. Roy. Soc. Canada. **10.**) für einen anderen gepanzerten Dinosaurier verwendet worden, und so erlaube ich mir für den neuen ostafrikanischen Dinosaurier den Namen *Doryphorosaurus* nov. nom. (von *Doryphoros* = Speerträger) vorzuschlagen.

Centrosaurus apertus Lambe stammt aus den Belly River Beds (Alberta, Canada). Der Name wurde in 1904 von Lambe für ein an *Monoclonius Dawsoni* Lambe (1902) erinnerndes Stück geprägt (Ottawa Naturalist. Vol. XVIII. 1904), das später (1910 loc. cit.) neuerdings abgebildet wurde. Die letzte Besprechung von *Centrosaurus* erfolgte 1914 durch Barnum Brown im Bull. Amer. Mus. nat. hist. Vol. XXXIII in seiner Arbeit „A complete Monoclonius skull", in der dieses Genus neuerdings mit *Monoclonius Dawsoni* vereinigt wurde.

Kentrosaurus aethiopicus Hennig stammt aus den untercretacischen Schichten des Tendaguru in Deutsch-Ostafrika.

Wien, 26. April 1916.

Besprechungen.

F. Frech: Mineralvorkommen Anatoliens. Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 1915. Heft 16—19. 51. Jahrgang. Mit Karte. Eingeleitet durch eine Übersicht der Erdgeschichte und des Gebirgsbaus[1] (A).

A. Erdgeschichte und Gebirgsbau.

Kleinasien ist ein allseitig von Gebirgsketten umschlossenes Hochland, dessen mittlere Erhebung etwa 1200 m beträgt; das Tafelland selbst liegt durchschnittlich 1000 m hoch und senkt sich nur nach dem durch Einbrüche erniedrigten und mannigfach gegliederten Westen bis auf 900 m und darunter. Auch das Innere wird von einzelnen Gebirgszügen überragt.

Die Höhe und der Aufbau der Randgebirge zeigen die größten Verschiedenheiten. Am mächtigsten ist das vielfach zu Hochgebirgshöhe emporsteigende taurische System, das an Länge (1700 km) sogar die Alpen um 400 km übertrifft. Von den übrigen Randgebirgen ragt nur der mysische Olymp mit 2500 m über Mittelgebirgshöhe empor.

Die verschiedenen Gebirgsglieder des im wesentlichen aus Urgestein bestehenden Grundgebirges, dessen Verbreitung im allgemeinen den Westen Anatoliens kennzeichnet, sind für das Vorkommen nutzbarer Mineralien ungleich wichtig. Abgesehen von verschiedenen Erzvorkommen gehören vor allem die Zinnobervorkommen von Konia und Smyrna sowie die Schmirgellinsen dem älteren Glimmerschiefer an. Der gewaltige Zeitraum der paläo-

---

[1] Das beifolgende Autorreferat behandelt mit Rücksicht auf das augenblicklich bestehende Interesse für Anatolien die betreffenden Fragen in etwas größerer Ausführlichkeit als sonst.

zoischen und mesozoischen Formationen war für die Entstehung von Erzen ohne Bedeutung. Wichtig sind aus dieser Zeit nur fossile Brennstoffe und Phosphate. Das einzige Steinkohlenvorkommen Anatoliens, das von Heraklea am Pontus, steht im Alter der europäischen Steinkohlenformation gleich.

Dem Schichtbereich der Oberkreide sind die Asphalt- und Phosphatvorkommen von Syrien zuzurechnen.

Die Grenzen des Eocäns entsprechen, vielleicht abgesehen von dem unmittelbar darauf (im Oligocän) trockengelegten Tauros, einer weithin ausgedehnten Meeresüberflutung.

Unmittelbar nach dem Eocän oder noch in seinem letzten Abschnitt erfolgte in fast allen Teilen Anatoliens ein Empordringen mächtiger Tiefengesteine, die meist in der umgewandelten Form der Serpentine erhalten sind. Es liegt nahe, den ausgedehnten Meeresrückzug in Beziehung zu diesem Ereignis zu setzen, das jedenfalls eine Aufwärtsbewegung ausgedehnter Ländermassen zur Folge haben mußte.

In Nordanatolien bei Eski schehir wird der Serpentin dadurch interessant und technisch wichtig, daß in ihm Chromeisen als magmatische Ausscheidung und Meerschaum als eigenartiges chemisches Umwandlungserzeugnis auftreten.

Der mittlere Tertiärabschnitt ist im Gegensatz zu diesen weitverbreiteten Serpentinbildungen durch einen bedeutsamen Gegensatz zwischen dem Süden einerseits und der Mitte sowie dem Norden andererseits ausgezeichnet. Zwischen den damals zuerst emporgewölbten Ketten des Tauros und Amanos drang ein Ausläufer der untermiocänen Mittelmeeres ziemlich weit nach Osten vor und lagerte mächtige Korallenkalke, Austernbänke, Mergel, Konglomerate und Sandsteine ab. Dagegen waren die Mitte, der Norden und ganz besonders der Nordosten Anatoliens, sowie das angrenzende Transkaukasien im Mitteltertiär der Schauplatz gewaltiger Massenausbrüche, deren Mächtigkeit Hunderte von Metern, stellenweise noch erheblich mehr beträgt. Das Material ist Andesit und vielfach auch quarzreicher Liparit, das Muttergestein der wertvollen Feueropale von Simav südwestlich von Kutahia. Noch bedeutungsvoller ist die Erzführung, die von Balia-Maden in Mysien an bis zum Wilajet Trapezunt (Ordu, Kerasunt) sowie in dem angrenzenden russischen Gebiet an die jungen Eruptivgesteine geknüpft ist.

Etwa gleichzeitig mit dieser gewaltigen Entwicklung des mächtigen Taurosgebirges und den nordanatolischen Masseneruptionen entstanden in der zweiten Hälfte des Tertiärs im Westen des bis Griechenland reichenden großanatolischen Kontinents ausgedehnte Süßwasserseen.

Auch die Entstehung der im Westen Anatoliens hier und da vorkommenden jüngeren Braunkohlen fällt in die zweite Hälfte des Tertiärs (Pontische Stufe, Grenze von Miocän und Pliocän).

Nach Philippson ist z. B. südlich von Smyrna ein ziemlich mächtiges, allerdings durch Schwefelkiesgehalt entwertetes Braunkohlenflöz in Angriff genommen worden. Verbreiteter sind im Innern des Landes die roten Sandsteine und Kalkmergel mit Gips und Steinsalz. Schon seit langer Zeit bestanden demnach hier abflußlose Becken, deren Ausdehnung jedoch die der heutigen weit übertraf.

Am Ende des Quartärs brachen die Schollen im ganzen Umkreis von Anatolien an gewaltigen Brüchen in die Tiefe; der Pontus und die Propontis, das Ägäische Meer, die Meerengen zwischen Cypern und dem im Norden und Osten benachbarten Festland, weiterhin die Küsten Syriens bildeten sich um diese Zeit. So entstanden die heutigen Grenzen von Land und Meer.

Gebirgsbau.

Der eigentliche Tauros ist die Vereinigungszone der amenisch-kappadokischen Falten paläozoischen Alters mit den Oberkreidekalken der südiranischen Gebirge. Diese vom Untersilur bis zum Kohlenkalk reichenden Sedimente entsenden keinerlei Ausläufer bis auf die Westküste Kleinasiens und die Sporaden. Hier im Westen Anatoliens und auf den vorgelagerten Inseln herrscht dagegen in der Schichtenfolge ebenso wie in der Zusammensetzung der Bevölkerung das europäische Element unbedingt vor.

Gliederung der westlichen Gebirge. Eine ausgedehnte Masse alter kristallinischer Gesteine (Gneise, Granite, Glimmerschiefer im Innern, Marmor und halbkristalline Kalke am West- und Südrand) erstreckt sich im Norden vom Keramischen Golf im Süden durch Karien und Lydien bis zum Temnosgebirge, im Osten landeinwärts bis etwa zur Westgrenze Phrygiens. Im Westen berührt das alte Gebirge die Küsten des Ägäischen Meeres von Halikarnaß bis Ephesos, weicht dann aber nordwärts hinter den Sipylos zurück. Im südlichsten Karien und in Lykien schließt sich an diese lydisch-karische Masse ein wildes, mesozoisch-alttertiäres Sedimentgebirge, dessen Faltenzüge von Griechenland herüberkommen. Ein ähnliches, nur weniger geschlossenes und hohes Faltengebirge von paläozoischen, mesozoischen und alttertiären Sedimenten, hier und da auch mit Massiven kristalliner Schiefer und alter Eruptivgesteine, zieht mit einer im allgemeinen nordnordöstlichen Streichrichtung von der Halbinsel Erythrai und der Insel Chios her über den Sipylos am Westrand der lydischen Masse entlang, dann weiter durch das westliche Mysien bis zum Marmarameer. Philippson hat es das ostägäische Faltengebirge genannt.

Am Makestosfluß trifft es mit anderen Faltenzügen zusammen, die teils von Südosten, vom taurischen Gebirgsbogen, teils von Osten, von den pontischen Gebirgen an der Südküste des Schwarzen Meeres herankommen.

Der Tauros. Von Norden nach Süden zeigt der eigentliche Tauros drei bedeutsame Erhebungszonen (I—III), die durch Senken (1 und 2) getrennt sind oder durch langsam ansteigendes Vorland (3) begrenzt werden. Jenseits der kilikischen Grenze erhebt sich mit parallelem Streichen der Amanos (Zone V—VI), dessen Faltenzüge sich nach Cypern fortsetzen (vergl. 1913. I. p. 126).

Die nordanatolischen Gebirge. Von großer Bedeutung für die Auffassung des anatolischen Gebirgssystems und seine Stellung in den Faltenzonen Europas und Asiens ist eine Vergleichung mit den Gebirgszügen im Norden der anatolischen Masse.

Zunächst besteht ein Unterschied zwischen den pontischen Gebirgen östlich und westlich vom Halys (Kisil-Irmak). Westlich herrscht überall, auch im Innern, Bruchbildung, die sich z. B. in den vom Ägäischen Meer ausgehenden Grabentälern ausprägt; im Osten ist nur der große pontische Randbruch sichtbar, das Innere wird von mitteltertiären Eruptivmassen bedeckt.

In dem sogenannten ostpontischen Bogen, der tatsächlich eine Bruchscholle darstellt, sind im Gegensatz zu den Grabentälern im N reine Erosionstäler vorhanden. Sie stehen genau senkrecht auf der regelmäßig verlaufenden Bruchküste und täuschen durch ihren besonders zwischen Trapezunt und Ordu ausgeprägten Gleichlauf das Vorhandensein einer Faltungskette vor, von welcher der Gebirgsbau keine Spur aufweist. Im Osten des Halys führen die oft über 1000 m mächtigen tertiären Vulkandecken wertvolle Erzgänge, besonders zwischen Sinope und Trapezunt sowie östlich von der türkischen Grenze. Westlich von Halys sind die Eruptivdecken weniger ausgedehnt und, wie es scheint, erzfrei oder wenigstens erzarm.

In den taurischen Gebirgen besteht, wie bereits erwähnt wurde, die Sedimentreihe aus Untersilur im Amanos, aus silurischen Schiefern mit Porphyriten und Tuffen im nördlichen kappadokischen Tauros, aus Devon bei Hatsch-kiri am Tschakit, bei Hadjin und Felke sowie aus dem allgemein verbreiteten Kohlenkalk. Darüber folgen nach einer gewaltigen Diskordanz Cenomanquader und die mächtigen, im oberen Teil mit Pläner wechsellagernden Radiolitenkalke. Im Gegensatz zum Tauros sind der Gebirgsbau und die geologische Entwicklung im pontischen Gebirge mehr dem der Karpathen verwandt. Vor allem zeigen die Erzgänge der mitteltertiären Eruptivgesteine zwischen Sinope und Ardahan durchaus die Eigenart karpathischer Vorkommen. Die gewaltige Schichtenlücke des Tauros wird hier durch das gefaltete Obercarbon von Heraklea, die Trias von Ismid, den Jura von Angora und Mersifun sowie die Unterkreide der Küste ausgefüllt. Oberkreide und marines Eocän sind überall vorhanden.

Der Gegensatz von Nord und Südanatolien und seiner Gebirge erhellt am besten aus der beifolgenden Übersichtstabelle:

Nordanatolien:	**Südanatolien:**
Westpontische Faltungszone, Bithynische Halbinsel, Paphlagonien (Kastamuni), Gegend von Angora.	Tauros, Amanos, Kurdengebirge, Kilikische Ebene.
Starke Erdbeben an den Küsten und den Grabenbrüchen des Festlandes.	Erdbeben von der Region des syrischen Grabens ausstrahlend.
Quartär: Pluvialperiode durch Terrassenschotter am Bosporus und Amanos angedeutet. Rote Tekir-Nagelfluh, Terrassenschotter im Amanos über 120 m mächtig.	
Grenze von Tertiär bis Ober-Quartär: Begrenzung der anatolischen Halbinsel durch Abbrüche an den heutigen Küsten.	
Miocän: Massenausbrüche von Andesit und Liparit in der Mitte von N und NO.	Unter—mittelmiocäne Transgression in der Kilikischen Ebene.
Mitte des Tertiärs (Oligocän—Pliocän): Kalk und Mergel mit Gips und Steinsalz. Braunkohlenschichten.	Oligocäne Mergel mit Kohlen- und Landpflanzen in der Tekir-Senke.
Trockenlegung und Lücke.	Trockenlegung.
Tiefengesteine: Serpentin mit Meerschaum (Eski schehir).	Tiefengesteine: Hypersthenite des Kisil dagh usw.
Marines Eocän: Flysch und Nummulitenkalk in den westpontischen Ketten.	Nummulitenkalk im Bulgar dagh, Amanos, bei Kaisarié, Alveolinenkalk bei Gülek boghas.
Darüber senone Kreide mit *Gryph. vesicularis* in weiter Verbreitung[1].	Kalk mit *Inoceramus balticus* (= *Crippsi*). Senoner Pläner mit *Gryph. vesicularis*, *Clypeaster*, Riffkorallen im Amanos und Tauros, Radiolitenkalk in großer Mächtigkeit überall.
Marine Oberkreide (Radiolitenkalke).	Marine Oberkreide, Mergel mit *Micraster*. Basalkonglomerate u. Quadersandstein. } Tauros.
Untere marine Kreide am Pontus (Songuldagh). Ob. mariner Jura in Galatien (Dogger nicht nachgewiesen). Lias marin in weiterer Verbreitung. Trias marin: untere, mittlere bei Ismid, obere bei Balia Maden. Rotliegendes (kontinental) b. Mersifun. Produktives Obercarbon flözreich bei Eregli, Songuldak bis Amastra.	Große Lücke im Tauros.
Kohlenkalk bei Songuldak in gleicher Entwicklung wie:	Kohlenkalk (Untere und Obere Stufe) im ganzen Tauros und wahrscheinlich in Kilikien.
Marines Devon in allen Abteilungen vom Bosporus bis Ada-Basar. Obersilur angedeutet.	Oberdevon im Tauros (Hatschkiri) und Antitauros (Hadjin und Felke). (Obersilur nicht nachgewiesen.) Untersilur im Amanos (Bagtsché) und im sog. Antitauros (Quarzitlager im Tonschiefer).
(Cambrium fehlt.)	

[1] U. a. bei Ordu m. *Micraster coranguinum* u. *Ananchytes oratus*. Obersenon bei Amasia m. *Orbitoides*, *Ostrea larva* u. *Otostoma ponticum*. Mittelsenon a. oberen Euphrat m. *Hippurites Loftusi*, *vesiculosus* u. *Pironaea corrugata*.

B. Nutzbare Mineralien.

Bei der Betrachtung der Erzführung sind die mehr westlich gelegenen Vorkommen der Wilajets Brussa, Aidin (Smyrna), Konia und Adana von den pontischen der Wilajets Trebisonde und Tokat zu trennen. Die letzteren treten ausschließlich in jungen Eruptivdecken, und zwar vorwiegend als Gänge auf, die ersteren zeigen mannigfache Zusammensetzung. Sie setzen, der Zahl nach überwiegend, gangförmig im Urgestein auf, sind aber großenteils auch magmatische Ausscheidungen im Serpentin (Chromit) oder erscheinen im Kontakt mit Eruptivgesteinen verschiedenen Alters (Balia-Maden in Westkleinasien, Bulgar-Maden im Tauros, Arghana-Maden im oberen Euphratgebiet).

Chromit. Das wichtigste Erz Kleinasiens ist der stets linsen- oder lagerförmig im Serpentin auftretende Chromit. Der Vorrat ist nach Schmeisser so bedeutend, daß Anatolien den Bedarf der Welt auf absehbare Zeiten decken könnte.

Die bis jetzt bekannten Chromitvorkommen Kleinasiens liegen in drei Gebieten:

1. in der nordwestlichen Serpentinzone des Wilajets Brussa, in der Umgebung des Olymps,
2. im Südwesten (Karien) in der Gegend von Denisly und Makri,
3. im Südosten um den Golf von Alexandrette (Kilikien).

Die beiden letztgenannten Bergbaugebiete gehören den alttertiären Serpentinen an, welche die Zone des kilikischen Tauros kennzeichnen. Eine Grube bei Bozbelen (Bezirk Inegöl) fördert angeblich im Jahre etwa 1500 t. Bei Ateran, Cozlondjia und Miram im Bezirk Brussa liegen drei Chromerzgruben, die ihre Jahresförderung von 6000—7000 t nach England und den Vereinigten Staaten zum Preis von 45 M/t ab Gemlik verschiffen. Analysen dieses Erzes ergaben einen Gehalt von 52,70—75 % Cr_2O_3.

Über die Gewinnungskosten macht Simmersbach folgende, z. T. auf Schätzung beruhende Angaben: Bei Annahme einer Entfernung der Grube von ungefähr fünf Wegstunden bis zur Küste des Pontus erfordern:

	M/t
Arbeitslöhne und Gewinnungskosten . . .	7
Beförderung zur Küste	13
Verladung an Bord	4
Ausfuhrzoll	1

Dazu kommt noch die Regierungsgebühr in Höhe von 5 % des geförderten Erzwertes. Man würde also frei an Bord etwa 25 M/t ohne die Regierungsabgabe rechnen können.

Eisenerze. Verschiedene Eisenerze, vor allem Roteisenstein, Pyrit und Brauneisenstein, sind weit verbreitet; da aber

Abbau und Verfrachtung nur ausnahmsweise in wirtschaftlicher Weise stattfinden können, stehen nur wenige Lagerstätten in Förderung:

Im Wilajet Smyrna im Besch-Parmak-Gebirge wird jedoch das Eisenerzbergwerk Sakar-Kaya (60 % Eisengehalt des Erzes), im Wilajet Konia die Alaya- und Sylintigrube mit Erz von sehr reiner Beschaffenheit im Hauptlager (64 % Fe) betrieben, daneben kommt Hämatit mit 50—54 % Fe vor.

Die am günstigsten gelegenen, aber zurzeit nicht in Abbau stehenden Vorkommen im Wilajet Brussa sind die der Kreise Pasar-Köi und Gemlik. Von dem Hafen Gemlik sind sie nur etwa 3—5 Wegstunden entfernt.

Die bisher geringe Bedeutung der türkischen Eisenerzeugung findet in der Weltstatistik ihren Ausdruck. So war in den Angaben über die Weltförderung des Jahres 1905, die 112 Millionen Tonnen Eisenerz aufwies, das türkische Reich überhaupt noch nicht genannt. Für das Jahr 1909 wurde eine Förderung von rund 10000 t angenommen, für 1910 von 50000—60000 t, für 1911 eine Menge von 100000 t erhofft.

Manganerze, deren Bedeutung für den Eisenhüttenbetrieb immer mehr wächst, sind in Kleinasien verbreitet und besonders in den Bezirken Smyrna und Makri bekannt. Nach Angaben B. Simmerbach's waren bei Smyrna im Jahr 1904 allein für 38 Manganvorkommen Freischürfe belegt. Die Förderung hatte bei den Gruben Hassan-Tschauschler (45 % Mn), Yenidjeköi, Kardja (51 % Mn) und Ak-Scheh (50 % Mn) zu Anfang des Jahrhunderts je 1000—1600 t betragen, wurde aber unregelmäßig betrieben.

Die Goldseifen, welche die sagenhaften Reichtümer des Krösus lieferten, lagen am Paktolos, dem heutigen Karasu am Fuß des Tmolos (Bos-Dagh) und sollen bis in das 4. Jahrhundert n. Chr. betrieben worden sein. Die bedeutenden Goldschätze, die in Mykene in den Atridengräbern gefunden worden sind, stammten wahrscheinlich auch aus Kleinasien. Zurzeit wird Gold nur in ganz geringen Mengen aus anatolischem Arsenkies gewonnen.

Arsenerz. Weniger des Arsens als vielmehr des Goldgehalts halber hat der Arsenkies eine gewisse Bedeutung erlangt. Auch er kommt vorwiegend im Wilajet Aidin—Smyrna, südlich von Tire vor, und zwar setzen im Gneis Quarzlinsen und Gänge mit Arsenkies auf.

Das erzreiche Wilajet Smyrna führt auch Quecksilber. Etwa 65 km südöstlich von Smyrna, und zwar 1—1½ km östlich vom Dorf Habibler, findet sich ein 15—25 m mächtiger Gang, der Zinnober in Schiefer und Quarz führt.

Die Kara-Burnugrube liegt etwa 32 km von Smyrna und gewinnt im Tagebau ein mit Zinnober imprägniertes Quarzgestein mit

durchschnittlich 0,75 % Metall. Die untere Bauwürdigkeitsgrenze soll hier bei 0,25 % liegen. Die Produktion 1906/07 betrug etwa 3000 Flaschen.

Kupfererze. Für die Kupfererze kommt vor allem das Bergwerk von Arghana-Maden, das zwischen Kharput und Diarbekir, unweit vom Göljik, dem Quellsee des Tigris, liegt, in Betracht. Die Gruben haben dort trotz ihrer sehr ungünstigen Lage schon erhebliche Metallmengen auf den Markt gebracht. Anfang des Jahrhunderts wurden gegen 1500 t Kupfererz jährlich gefördert. Da gleichzeitig, nach der allerdings unzuverlässigen Statistik, die Gesamtförderung der Türkei zwischen 1600 und 2400 t Kupfererz schwankte, ist die Bedeutung des Vorkommens ohne weiteres zu erkennen.

Der Kupferkies von Arghana ist sehr reich und enthält nach Naumann durchschnittlich 13—14 %, nach B. Simmersbach sogar 30 % Kupfer (und 40 % Eisen). In Arghana wird nur Schwarzkupfer hergestellt, das, wie Naumann angibt, 400 km weit auf Kamelen nach Tokat gebracht und dort raffiniert wurde.

Im westlichen Kupfererzgebiet, und zwar im Wilajet Smyrna, liegen die Gruben von Bulbudere und Assarli; sie wurden schon im Altertum betrieben, jedoch war die Förderung zu Anfang des Jahrhunderts nur gering.

Ferner finden sich Kupfererze mit angeblich 20 % Cu in 4 Stunden Entfernung von dem Hafenort Adalia.

Weiss gibt an, daß 3 km westlich vom Dorf Hairie (45 km ostsüdöstlich von Brussa) ein 10 m mächtiges Schwefelkieslager mit reichlichem Kupferkiesgehalt anstehe.

Zink- und Bleierze. Bei Balia-Maden, bei Menteschdere (s. u.), bei Kiraslijaila, zwischen Isnik (Nikäa) und Jenischehir, endlich 10 km nördlich von Berghama (Pergamon) treten Zinkerze meist in enger Verbindung mit Bleierzen auf.

Auch für Kleinasien gilt die bekannte Regel, daß nur Bleierze mit Silbergehalt einen lohnenden Abbau gestatten. Die gangartigen Bleierze sind mit Zink- und Antimon- oder Kupfererzen verbunden. Weniger verbreitet, aber durch besonderen Reichtum ausgezeichnet sind die Kontaktlagerstätten:

In dem taurischen Bezirk liegen die seit altersher betriebenen Staatswerke am Südhang des Bulgar-Dagh im Wilajet Konia. Am Maden-Tapessi (Erzberg), einem Vorsprung des Ala-Tepe (Buntenberges) brechen Bleierze bei, für die sich Schmelzhütten in Gülek befinden. Der Bleiglanz tritt in weiten, z. T. mit Eisenmineralien ausgefüllten, nesterartigen Räumen des dichten Kohlenkalks neben den Grünsteinen auf.

Bleiglanz- und Galmeivorkommen von Balia-Maden in Mysien. Die reichen Adern silberhaltigen Bleiglanzes, die bei Balia zu einem bedeutenden Abbau Veranlassung geben,

erscheinen im Kontakt der Andesitgänge mit dem Dyas-Kalkstein und setzen sich zuweilen in den Andesit fort. Die beiden Gruben befinden sich an der Grenze beider Gesteine. Das Erz enthält nach B. SIMMERSBACH 82 % Blei und 1,25—4 % Silber. Der Abbau lohnt, obwohl die Beförderung der Erze bis zur Küste 20 fr/t kostet. 1903 sollen rd. 60 000 t silberhaltigen Bleiglanzes bei einer Belegschaft von 500—600 Mann gefördert worden sein. An der Südseite des Kisiltepe wird außerdem an verschiedenen Stellen an der Oberfläche Galmei gewonnen, bei Hadji-Velioglu Manganerz.

Gänge von Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit treten bei Awdschilar, unweit Edremid auf. Das Erz ist unweit des geschützten Ankerplatzes Boghas-Dagh durch einen 14 m langen, 2—2½ m breiten, mit den einfachsten Mitteln hergestellten Stollen aufgeschlossen. Die Mächtigkeit des vor allem aus derbem Bleiglanz und Pyrit bestehenden Erzganges schwankt zwischen 2,20 und 2,50 m.

Antimonerze. Antimonerze stehen in den Wilajets Brussa, Smyrna und Siwas an und werden teilweise abgebaut; jedoch sind die statistischen Angaben außerordentlich unzuverlässig. Im Wilajet Smyrna, 20 km südöstlich von Ödemisch, 100 km ostsüdöstlich von Smyrna, am Nordwesthang des Baliamboli-Dagh baut das Antimonbergwerk Tschinlikaja auf einem Doppelgang. Die Jahresförderung soll angeblich 2000—3000 t Erz betragen. Auch die Gruben von Allkhar (unweit von Aidin) haben Anfang des Jahrhunderts 260 t Erz nach Smyrna zur Ausfuhr geliefert. Die Ausfuhrmengen des Hafens von Smyrna zeigen für Antimonerze große Schwankungen (1899 848 t, 1901 224 t).

(Schluß folgt.)

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen Dr. **Richard Lachmann**, Privatdozent an der Universität, Dozent an der Technischen Hochschule Breslau, am 7. September in den Karpathen als Unteroffizier im Jäger-Regiment No. 3 und Inhaber des Eisernen Kreuzes II. Klasse. (Ein Nachruf folgt.)

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Mennige aus Biberwier in Tirol.

Von **E. Dittler** (Wien).

Herr Dr. O. Santo Passo sandte mir eine Erzprobe aus dem Blei- und Zinkerzbau Silberleithen bei Biberwier in Tirol, das er im Setzgute der Aufbereitung, welches von einer alten erzhaltigen Halde, am Ausbiß der Silberleithener Lagerstätte zur Wäsche gefördert wurde, gefunden hatte. Die Mennige dürfte nach seiner Angabe am Ausgehenden der Lagerstätte vorgekommen sein.

Das Erz stellt eine Umwandlungspseudomorphose von Pb_3O_4 nach PbS dar und besteht aus kleinen, etwa 1 cm im Durchmesser betragenden feurigroten, kugeligen und amorphen Gebilden, in deren Innerem gut erhaltene Bleiglanzkerne eingeschlossen sind.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

Berechnet auf lufttrockene Substanz:

Pb	80,60 %
S	6,33 %
Gangart	8,29 %
	= 95,22 %

Aus dem Schwefelgehalt errechnet man 47,17 % Bleiglanz. Die restlichen 39,72 % Blei geben mit dem berechneten Sauerstoff (4,09 %) 43,81 % Mennige ($2PbO \cdot PbO_2$).

Vanadin (aus Vanadinit), das häufig in Mennige gefunden wird, war nicht vorhanden.

Das Erz enthält demnach 47,17 % Bleiglanz und 43,81 % Mennige.

Es ist die Frage, ob sich die Mennige hier durch Hitzewirkung gebildet haben könnte. Nach Mitteilung des Herrn Dr. O. Santo Passo scheint dies dortselbst ausgeschlossen.

G. Seligmann beobachtete die Umwandlung von Cerussit in Mennige, die nicht geschehen könnte, wenn ein Röstprozeß in Frage käme, da sich Bleicarbonat beim Erhitzen in Bleioxyd und Kohlensäure spaltet. Auch würde in diesem Falle Mennige in der Natur doch nicht so selten und lokal auftreten. Eher scheint ein Fall komplizierter Verwitterung vorzuliegen und es wäre die Umwandlung aus dem basischen Salze $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$, das aus dem Carbonate entsteht, denkbar. Tritt durch erhöhte Temperatur eine Zersetzung dieses Salzes bei gleichzeitiger Oxydationswirkung ein, so entsteht PbO, das sich mit Cerussit nach C. Mayr nach folgender Gleichung umsetzt:

$$PbO + 2PbCO_3 + O = Pb_3O_4 + 2CO_2.$$

Versuche nach dieser Richtung sollen ausgeführt werden.

Diaspor aus dem Siebengebirge und von der Insel Naxos.

Von **Maria Waterkamp.**

Mit 2 Textfiguren.

1. Diaspor aus dem Siebengebirge.

Bei der Untersuchung von Auswürflingen aus den trachytischen Trümmergesteinen der Hölle bei Königswinter fand ich Bomben von kristallinen Schiefergesteinen, die durch einen hohen Gehalt an Korund auffielen. Über diese Gesteine soll später an anderer Stelle berichtet werden.

Diese Mitteilung bezweckt vorläufig nur eine kurze Beschreibung eines mit dem Korund zusammen vorkommenden, selteneren Gesteinsgemengteiles, nämlich von Diaspor zu geben. In Dünnschliffen dieses Gesteines wurden vereinzelte Kriställchen und Körner eines klar durchsichtigen Minerales von hellgelber Farbe beobachtet, die eine starke Lichtbrechung und lebhafte Interferenzfarben zeigten, und deren Form und optisches Verhalten ihre Zugehörigkeit zum rhombischen Kristallsystem vermuten ließen. Eine sichere Bestimmung war aber zunächst nicht möglich.

Bei der Behandlung des Gesteines mif Flußsäure zwecks Isolierung des Korundes, der in wohlausgebildeten Kristallen vorkommt, fanden sich in dem fast nur aus lebhaft blauen Korundkristallen bestehenden Rückstand auch einige winzige Kristalle und Körner des gelben Minerales, deren erstere infolge der glänzenden Beschaffenheit der Flächen trotz ihrer winzigen Größe eine goniometrische Bestimmung erlaubten, die mit Sicherheit ihre Zugehörigkeit zum Diaspor ergab.

Die Kristalle zeigen eine ungewöhnliche Ausbildungsweise, und zwar tafelförmig nach $\infty P\bar{\infty}$ (100), während der Diaspor sonst gewöhnlich nach dem Brachypinakoid tafelig oder seltener säulenförmig nach der Vertikalachse gestreckt ist.

Zwei zur Untersuchung geeignete Kristalle wurden gefunden. Kristall 1 (Fig. 1), etwa 0,23 mm lang und 0,13 mm breit, wird begrenzt von a = $\infty P\bar{\infty}$ (100), m = ∞P (110), $\alpha = \frac{7}{6}P\bar{\infty}$ (706) und von einer Pyramide, deren vordere Polkante durch das Doma α gerade abgestumpft wird. Eine Messung dieser Pyramide im Goniometer gelang nicht, wohl aber konnte durch mikroskopische Messung des ebenen Winkels zwischen der seitlichen Polkante der Pyramide und der Prismenkante das Achsenverhältnis b : $\frac{7}{6}$ c bestimmt werden, und zwar ergab sich bei einem Winkel von $48^0\,10'$ im Mittel für b = $\frac{7}{9}$, mithin das Achsenverhältnis a : $\frac{7}{9}$ b : $\frac{7}{6}$ c = (796) = $\frac{3}{2}P\breve{\frac{9}{7}} = \beta$.

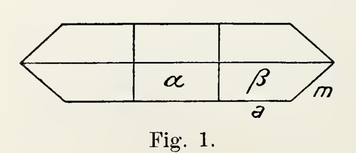


Fig. 1.

Sowohl das Doma (706) wie auch die Pyramide (796) sind bisher an Kristallen von Diaspor nicht beobachtet worden. Bei der einfachen Ausbildungsweise des Kristalles aber und den trotz winziger Größe immerhin als zuverlässig anzusehenden Winkelmessungen dürften beide Formen wohl als sicher anzusehen sein. Fig. 1 stellt den Kristall in gerader Projektion auf die Basis dar. Beide neuen Formen sind ziemlich gleich groß ausgebildet. Gemessen wurde:

m : m = (110) : (1$\bar{1}$0) = 86° 30′	berechnet [1]	86° 17$\frac{1}{4}$′
a : α = (100) : (706) = 53° 0′	„	53° 4′
seitliche Polkante der Pyramide (796) = β : Vertikalachse = 48° 10′	„	47° 50′

Für β berechnet sich ferner:

(796) : (7$\bar{9}$6) = 71° 49′

(796) : ($\bar{7}$96) = 58° 15′

Kristall 2 (Fig. 2), ungefähr 0,5 mm lang und 0,17 mm breit, ist weniger scharf ausgebildet. Auch hier tritt a = ∞P$\bar{\infty}$ (100) vorherrschend auf. In der Prismenzone wurden ferner beobachtet b = ∞P$\breve{\infty}$ (010) und untergeordnet m = ∞P (110) und l = ∞P$\breve{2}$ (120). Über ∞P$\bar{\infty}$ liegt das Doma γ = 2 P$\bar{\infty}$ (201). Ferner ist noch eine Pyramide vorhanden, die aber, da die Flächen sehr klein waren und nicht spiegelten, außerdem gerundet waren, nicht bestimmt werden konnte.

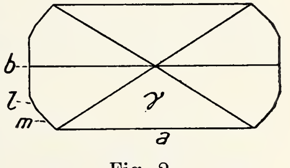


Fig. 2.

Die Fläche γ = 2 P$\bar{\infty}$ (201) ist neu. Sie wurde bestimmt aus der Messung:

a : γ = (100) : (201) = 38° 30′ berechnet = 38° 23′

Die Ausbildungsweise des Kristalls ist in nebenstehender Figur, Projektion auf die Basis, dargestellt.

Es ist zu erwarten, daß weiteres Material die Fortsetzung dieser Untersuchungen erlaubt.

Die Kristalle des Korundes, in dessen Begleitung der Diaspor auftritt, sind entweder tafelförmig nach der Basis, oder auch parallel der Vertikalachse säulenförmig ausgebildet und zeigen meist scharfe kristallographische Begrenzung. Es wurden die gewöhnlichen Flächen festgestellt: e = 0R (0001), r = R (10$\bar{1}$1), η = $\frac{4}{3}$P 2 (22$\bar{4}$3), und a = ∞P 2 (11$\bar{2}$0).

Eine ausführliche Darstellung der noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen wird an anderer Stelle gegeben werden.

---

[1] Alle Berechnungen sind auf Grund des von Kokscharow aufgestellten Achsenverhältnisses a : b : c = 0,93722 : 1 : 0,60387 gemacht.

2. Diaspor von Naxos.

Im Zusammenhang mit den Untersuchungen des Diasporvorkommens im Siebengebirge wurden auch Kristalle dieses Minerales von Naxos näher untersucht. Bekanntlich kommt Diaspor auf den Smirgellagerstätten dieser Insel vor, und zwar neben zahlreichen und häufigeren anderen Mineralien die Ausfüllungsmasse von Spalten bildend. S. A. Papavasiliou, der diese Lagerstätten eingehend bearbeitet und beschrieben hat, betrachtet den Diaspor als Umwandlungsprodukt von Korund und vielleicht auch von Margarit [1]. Das vorliegende Handstück ist ein großblätteriges Aggregat, das in kleinen Hohlräumen scharf ausgebildete und lebhaft glänzende Kristalle beherbergt. Die blätterigen Aggregate sind grauweiß, bei größerer Dicke schwach hellgrün und zeigen lebhaften Perlmutterglanz auf Flächen der Spaltbarkeit. Die einzelnen Kristalle sind vollkommen durchsichtig und erreichen eine Größe bis zu 0,5 cm. Sie sind flach tafelig ausgebildet nach b = (010). Die Vertikalzone ist wie gewöhnlich stark gestreift. Die beobachteten Formen sind:

b = (010)	$\infty P \breve{\infty}$
h = (210)	$\infty P \bar{2}$
d = (140)	$\infty P \breve{4}$
z = (130)	$\infty P \breve{3}$
φ = (350)	$\infty P \breve{\tfrac{5}{3}}$
k = (230)	$\infty P \breve{\tfrac{3}{2}}$
p = (111)	P
s = (212)	$P \bar{2}$
r = (10 . 1 . 4)	$\frac{5}{2} P \overline{10}$
g = (27 . 2 . 11)	$\frac{27}{11} P \overline{\tfrac{27}{2}}$
i = (502)	$\frac{5}{2} P \bar{\infty}$
y = (031)	$3 P \breve{\infty}$

Hiervon sind die Formen d, φ, g, i bisher nicht beobachtet worden. Sie wurden berechnet nach dem Achsenverhältnis von Kokscharow aus folgenden Winkeln:

	gemessen:	berechnet:
d : b = (140) : (010)	= 15°	14° 56′
b : f = (010) : (350)	= 32° 40′	32° 37½′
h : g = (210) : (27 . 2 . 11)	= 142° 5′	142° 5′
g : g = (27 . 2 . 11) : ($\bar{2}$7 . 2 . 11)	= 115° 19′	115° 5′
g : g = (27 . 2 . 11) : (27 . $\bar{2}$. 11)	= 6° 48′	6° 54′
r : i = (10 . 1 . 4) : (5 . 0 . 2)	= 4° 27′	4° 33′

[1] S. A. Papavasiliou, Die Smirgellagerstätten von Naxos nebst denjenigen von Iraklia und Sikinos. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. **65.** Heft 1.

Die Pyramide $g = (27 . 2 . 11)$ wurde an 5 Kristallen beobachtet. Von den 4 oberen Begrenzungsflächen waren stets zwei gegenüberliegende bedeutend größer ausgebildet und gaben im Goniometer deutliche, scharfe Spaltbilder. Die beiden andern bildeten nur schmale Streifen, ihre Spaltbilder waren weniger scharf. Die Messungen und Berechnungen stimmen jedoch gut miteinander überein.

Die Fläche $d = \infty \breve{P}4$ wurde fünfmal an 3 Kristallen beobachtet, φ dreimal an 1 Kristall. Beide sind sehr schmal wie alle Prismen der brachydiagonalen Reihe. Sie bewirken, wenn sie gleichzeitig auftreten, eine Rundung der Prismenkanten.

Das Doma $i = \frac{5}{2} P\bar{\infty}$ (502) wurde nur einmal als Abstumpfung der vorderen Polkante der Pyramide $r = (10 . 1 . 4)\ \frac{5}{2} P \overline{10}$ beobachtet. Die Fläche lieferte aber ein gutes Signal und die Übereinstimmung von Messung und Berechnung ist befriedigend.

Die gewöhnliche Ausbildungsweise der Kristalle ist folgende: In der Prismenzone ist vorherrschend $h = \infty P \bar{2}$ (210), untergeordnet treten eins oder mehrere der angegebenen Brachyprismen auf. Die Endigung bildet die Pyramide $g = (27 . 2 . 11)\ \frac{27}{11} P \frac{27}{2}$, die an ihrer Spitze durch die stets nur sehr klein ausgebildeten Flächen der Formen $p = (111) P$, $s = (212) P \bar{2}$ und $y = 3 P\breve{\infty}$ abgestumpft wird.

Mineralogisches Institut der Universität Münster i. W. 1916.

Bemerkungen zur Nomenklatur der Gattung Scaphites Park.

Von **C. Diener** (Wien).

Daß viele unserer Ammonitengattungen polyphyletisch sind, ist eine seit langer Zeit bekannte Tatsache. Wiederholt ist der Versuch gemacht worden, solche polyphyletische Gattungen in monophyletische Elemente aufzulösen, soweit dies die Natur des fossilen Materials gestattet. Einen derartigen Versuch hat J. Nowak[1] im Jahre 1911 für die Scaphiten der polnischen Kreide durchgeführt. In einer kürzlich erschienenen Arbeit[2] hat derselbe Forscher diesen Versuch auf die amerikanischen Scaphiten ausgedehnt. Seine sorgfältigen Untersuchungen über die stratigraphische Verbreitung der einzelnen Gruppen von *Scaphites* haben zu interessanten Ergebnissen geführt. Dagegen kann ich mich mit der von Nowak vorgeschlagenen Benennung jener Gruppen keineswegs einverstanden erklären, da dieselbe mit den auf den internationalen

[1] J. Nowak, Untersuchungen über die Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. II. Die Scaphiten. Bull. Acad. d. sciences. sér. B. p. 550. Cracovie, 1911.

[2] J. Nowak, Zur Bedeutung von *Scaphites* für die Gliederung der Oberkreide. Verhandlg. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1916. p. 55.

zoologischen und geologischen Kongressen festgestellten Regeln der wissenschaftlichen Nomenklatur nicht in Einklang zu bringen sind.

Nowak ist auf Grund seiner Untersuchungen zu der Überzeugung gelangt, daß in der Gattung *Scaphites* Parkinson in dem bisher üblichen Umfang drei Formenkreise von verschiedener Herkunft vertreten seien, von denen die eine, wie schon Neumayr gezeigt hat, sich auf *Holcostephanus*, die zweite auf *Acanthoceras*, die dritte auf *Hoplites* zurückführen läßt. Diese Abstammungsverhältnisse werden in den drei neuen Namen *Holcoscaphites*, *Acanthoscaphites* und *Hoploscaphites* zum Ausdruck gebracht. Für Nowak handelt es sich um die Aufstellung von drei neuen, voneinander unabhängigen Gattungen, wie das aus dem folgenden Satze seiner letzten Arbeit (l. c. p. 57) klar hervorgeht: „In mehreren der ... Formenkreise sind Scaphitenformen vertreten, die wenigstens drei verschiedenen Gattungen (*Holco-*, *Acantho-*, *Hoploscaphites*) angehören, deren Entwicklung voneinander unabhängig vor sich geht und deren gemeinsame Betrachtung, abgesehen von der konvergenten Form der Wohnkammer, keine weiteren Schlüsse erlaubt als die, welche dem ganzen Ammonitenstamme gemeinsam sind. Zu diesem Schluß muß jeder kommen, der mit der neueren Scaphitenliteratur in Berührung gekommen ist."

Durch die Neubenennung der drei Abteilungen, in die Nowak das alte Genus *Scaphites* auflöst, wird der Name *Scaphites* überhaupt hinfällig. Diese Konsequenz des Vorschlages der Errichtung der drei neuen Genera *Holcoscaphites*, *Acanthoscaphites* und *Hoploscaphites* an Stelle des alten Genus *Scaphites* ist jedoch unvereinbar mit den für die zoologische (und demgemäß auch für die paläontologische) Nomenklatur geltenden Prioritätsregeln. Der Name *Scaphites* muß einer der drei von Nowak unterschiedenen Abteilungen unbedingt erhalten bleiben. Man beachte als einen analogen Fall die Auflösung der ursprünglich zu weit gefaßten Gattung *Ceratites* in eine Reihe von selbständigen Gattungen und Untergattungen. Gleichwohl wird der Name *Ceratites* s. s. dem *Ceratites nodosus* und seinen nächsten Verwandten stets verbleiben müssen. Da sich der Name *Scaphites*, den Parkinson im Jahre 1811 aufgestellt hat, zunächst auf eine Spezies bezieht, die heute als *S. aequalis* Sow. bekannt ist, so haftet nach den allgemein als gültig anerkannten Nomenklaturregeln die Bezeichnung *Scaphites* an dieser Art und kann ihr unter keinen Umständen entzogen werden. Der Terminus *Scaphites* ist mithin, wenn man sich der von Nowak befürworteten Auflösung des Genus *Scaphites* s. l. anschließt, auf jene Scaphiten zu beschränken, die sich um *S. aequalis* gruppieren, bezw. auf *Holcoscaphites* Nowak. Denn der Name *Scaphites* darf wohl in seinem Geltungsbereich eingeschränkt, nicht aber vollständig unterdrückt werden. Aber auch wenn man den Terminus *Scaphites* nur als einen den Bezeichnungen *Holcoscaphites*, *Acanthoscaphites* und

Hoploscaphites übergeordneten Sammelnamen bestehen lassen wollte, so dürfte derselbe doch zum mindesten für *Scaphites aequalis* durch keinen anderen ersetzt werden. Es muß daher die Unterabteilung, in die *S. aequalis* fällt, stets den Namen *Scaphites* (ohne eine einschränkende Nebenbezeichnung) tragen, weil diese Art den bleibenden Typus des Genus *Scaphites* darstellt, welche Fassung immer man diesem Genus zu geben für gut finden mag.

Einer der drei neuen von Nowak vorgeschlagenen Namen ist daher im Sinne des unanfechtbaren Prioritätsrechtes durch den Namen *Scaphites* s. r. zu ersetzen. Von diesem Schicksal wird naturgemäß der Name jener Gruppe betroffen, welcher *S. aequalis*, der ursprüngliche und bleibende Typus der Gattung *Scaphites*, angehört.

Nowak hat in seiner letzten Arbeit die Zugehörigkeit einer ganzen Reihe von amerikanischen Formen, wie *S. Nicolleti*, *S. Conradi*, *S. mandanensis*, *S. abyssinus*, *S. Cheyennensis*, zur europäischen Gruppe des *S. constrictus-tenuistriatus* nachgewiesen. Diese letztere Gruppe bildet für ihn den Typus der neuen Gattung *Hoploscaphites*. Für die amerikanischen Vertreter der genannten Gruppe aber existiert bereits seit 1876 eine besondere subgenerische Bezeichnung, *Discoscaphites*, die Meek[1] speziell für die beiden Sektionen des *Scaphites Conradi* Mort. und *S. Cheyennensis* Owen eingeführt hat. Die Untergattung *Discoscaphites* in der Fassung Meek's umfaßt alle von Nowak namhaft gemachten amerikanischen Repräsentanten der europäischen *constrictus-tenuistriatus* Gruppe. Daß Meek bei der Aufstellung von *Discoscaphites* von ganz anderen Gesichtspunkten ausgegangen ist als Nowak bei der Aufstellung des, wie sich nunmehr herausstellt, ganz gleichwertigen Genus *Hoploscaphites*, berechtigt durchaus nicht zu einer Verwerfung des älteren Namens. Daß die Abtrennung der *Conradi-Cheyennensis*-Gruppe von *Scaphites* s. s. berechtigt ist, kann keinem Zweifel unterliegen. Dieser Nachweis genügt für die Aufrechterhaltung des Namens *Discoscaphites*, mag man den Gründen, die Meek für die Errichtung seines neuen Subgenus angab, zustimmen oder nicht. Wenn Nowak diese Gründe ablehnen sollte — ich möchte ihm in diesem Punkte keineswegs widersprechen —, so ist es sein gutes Recht, die Bezeichnung *Discoscaphites* Meek mit dem Zusatz emend. Nowak zu versehen, aber eine Streichung des Namens *Discoscaphites* zugunsten des viel später aufgestellten *Hoploscaphites* ist nicht gestattet. Sobald die Übereinstimmung der amerikanischen *Conradi-Cheyennensis*-Gruppe mit der europäischen *constrictus-tenuistriatus*-Gruppe erwiesen erscheint, muß vielmehr die jüngere Bezeichnung *Hoploscaphites* ver-

---

[1] F. D. Meek, A report on the invertebrate cretaceous and tertiary fossils of the upper Missouri country. Hayden's Report of the U. S. Geol. Surv. Territories. 9. Washington 1876. p. 415.

schwinden und die ältere, nämlich *Discoscaphites*, auch auf die europäischen Formen Anwendung finden.

Von den drei neuen Gattungsnamen, die Nowak vorschlägt, kann also nur der Name *Acanthoscaphites* für die Formengruppe des *Scaphites tridens-trinodosus* in Kraft bleiben, da für diese keine ältere Bezeichnung vorliegt, die nach den Prioritätsregeln den Vorzug verdienen würde[1]. Dagegen ist der Name *Holcoscaphites* durch *Scaphites* s. s., der Name *Hoploscaphites* durch *Discoscaphites* zu ersetzen[2].

Auch in der vollständigen Verwerfung des von Yabe[3] vorgeschlagenen Namens *Yezoites* für einige Scaphiten aus Japan und Oregon mit sehr hohen Internsätteln kann ich Nowak nicht ohne Vorbehalt beipflichten. Typische Formen von *Yezoites* wie *Scaphites plenus* oder *S. puerculus* zeigen Eigentümlichkeiten, die immerhin zu einer Abtrennung von *Scaphites* s. s. berechtigen könnten. Die Tatsache, daß Yabe bei der Abtrennung seiner neuen Gattung oder Untergattung *Yezoites* ein ganz anderes Merkmal in den Vordergrund gestellt hat als Nowak bei der Auflösung des Genus *Scaphites* s. l., hat mit der Nomenklaturfrage nichts zu tun. Auch wenn Nowak's Behauptung, daß hohe Internsättel bei phyletisch verschiedenen Gruppen vorkommen können — was ja von vorneherein nicht unwahrscheinlich ist —, durch Beobachtungen als zutreffend erwiesen wäre, so würde ein solcher Nachweis noch immer keinen hinreichenden Grund gegen die Bezeichnung einer bestimmten, durch hohe Internsättel gekennzeichneten Gruppe von *Scaphites* mit einem besonderen Namen (*Yezoites*) abgeben. Zum mindesten für *Scaphites puerculus* und *S. plenus* könnte meiner Ansicht nach *Yezoites* als subgenerische Bezeichnung auch weiterhin in Verwendung bleiben.

---

[1] Auf die von Hyatt ohne jede Begründung aufgestellten Gattungsnamen *Anascaphites* und *Jahnnites* braucht selbstverständlich keine Rücksicht genommen zu werden.

[2] Obwohl ich weit davon entfernt bin, in der schrankenlosen Anwendung des Prioritätsprinzips ein Arcanum gegen alle nomenklatorischen Schwierigkeiten erblicken zu wollen, glaube ich doch, daß die Verwerfung einer älteren Bezeichnung, deren Typus bekannt und gut definiert worden ist, unter allen Umständen unzulässig erscheint. Gegen die Verwerfung des Namens *Meekoceras* durch Noetling hat sich mit Recht allgemeiner Widerspruch erhoben. Auch die Einführung der beiden neuen Namen *Cyrtodelphis* und *Acrodelphis* durch Abel (Denkschr. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. **68**. 1900. p. 839) ist vom Prioritätsstandpunkt aus nicht zu rechtfertigen. Die von Gervais eingeführten Namen *Champsodelphis* und *Schizodelphis* mußten für die Typen dieser beiden Platanistidengattungen beibehalten werden, auch wenn sich die Aufrechterhaltung der beiden Genera im Sinne von Gervais als unmöglich erweisen sollte.

[3] H. Yabe, Die Scaphiten aus der Oberkreide von Hokkaido. Beitr. zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns etc. **24**. 1910. p. 162.

Zur Systematik der Ammonoidea.

Von **R. Wedekind.**

Mit 4 Textfiguren.

In langjährigen Untersuchungen hat C. Diener sich mit Triasammoniten beschäftigt. Diese sicher mühevollen Arbeiten haben nicht zu einer auch nur orientierenden Übersicht der Triasammoniten, sondern zu einer einfachen alphabetischen Aufzählung derselben geführt[1].

Wenn auch immer wieder betont wird, daß die Untersuchungen, welche zu einem Verständnis der fossilen Cephalopoden führen sollen, sich auf alle vorhandenen Charaktere — man erlaube mir der Kürze halber hier diesen Ausdruck — stützen müssen, so zeigt sich doch, daß das nie konsequent durchgeführt ist. Ich erwähne nur, daß fast ausnahmslos — auch von Diener — nur ein Teil der Lobenlinie, nämlich allein die äußere und diese wiederum nur im Alterszustande behandelt wird[2]. Die wesentlichen Charaktere, die für gewöhnlich betont werden, können vielleicht in der folgenden Weise zusammengefaßt werden:

1. Die Länge der Wohnkammer.
2. Die Skulptur und Form.
3. Die Entwicklung der Skulptur und Form.
4. Die Gestaltung der äußeren Lobenlinie.

Daß die Länge der Wohnkammer systematisch nicht verwertbar ist, habe ich bereits früher gezeigt[3]. Ich schließe hier noch folgende Betrachtung an: Die marinen Gastropoden haben eben-

---

[1] Triascephalopoden im Animalium fossilium Catalogus. Wenn Diener diese alphabetische Anordnung damit begründet, daß sie „ein schnelles Auffinden jedes einzelnen Namens wesentlich erleichtert“, so ist das meines Erachtens kein ausreichender Grund. Ein Index tut, wie Frech's vortrefflicher Goniatitenkatalog zeigt, die gleichen Dienste. Frech's Goniatitenkatalog ist außerdem noch in der systematischen Anordnung eine wissenschaftliche Leistung.

[2] Man sehe daraufhin z. B. die Abhandlungen Diener's über Triasammoniten durch, die in den „Memoirs of the geological Survey of India“ erschienen sind. Auch Diener's Abhandlung über Adventivloben enthält nur Bilder der äußeren Lobenlinie. Die Ontogenie der Lobenlinie wird dort zur Hauptsache nur im Anschluß an das von anderen Autoren Geleistete besprochen.

[3] R. Wedekind, N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. I. p. 79. Ich füge noch hinzu, daß im Göttinger Museum u. a. von *Stephanoceras* Exemplare mit erhaltenem Mundrand vorhanden sind, bei denen die Länge der Wohnkammer zwischen $\frac{3}{4}$ und $1\frac{1}{2}$ Umgang schwankt. Während der Drucklegung dieses Aufsatzes erschien eine Arbeit von Diener über die Wohnkammerlänge der Ammoniten (Sitzungsber. K. Akademie d. Wissensch.), in der Diener selbst die systematische Bedeutung der Wohnkammerlänge sehr einschränkt.

falls eine Wohnkammer, die selten durch ein Septum, in der Regel durch eine sehr mannigfaltig gestaltete Ablagerung des Hypostrakums geschlossen wird. Man kann sich selbst mit Hilfe einer kleinen Sammlung rezenter Gastropoden sehr leicht von der wesentlich verschiedenen Länge der Wohnkammer nahe verwandter Gastropoden überzeugen. Hier fehlt es mir an Raum und Zeit, mein für die Lösung dieser Frage gesammeltes statistisches Material bereits jetzt zu veröffentlichen.

Skulptur und Form habe ich immer ebenso wie Diener hinreichend betont. Was aber die Entwicklung der Skulptur und Form angeht, so ist äußerste Vorsicht angebracht, namentlich dann, wenn es sich um sekundäre Skulpturen handelt. In der Regel wird auf Grund des biogenetischen Grundgesetzes folgendermaßen geschlossen: Die Skulptur und Form, die auf den Jugendwindungen eines Ammonoideen beobachtet wird, sind ehemals Altersskulptur und Altersform ausgewachsener Exemplare, nämlich der Vorfahren, gewesen. Diener's Arbeiten [1] zeigen immer wieder den Versuch, auf diese Weise den Zusammenhang der Ammoniten zu begreifen. Nun können aber, wie man jetzt weiß, die Larven und überhaupt die Jugendformen selbständig variieren, selbständig neue Charaktere hervorbringen, wenn man will, erwerben. Dem Zoologen ist diese Tatsache überhaupt nicht mehr fremd. Dadurch, und zumal auch das wenigstens früher von Diener benutzte Kriterium der Wohnkammerlänge fortfällt, wird verständlich, weshalb Diener's Untersuchungen in systematischer Beziehung resultatlos auslaufen mußten. Wenn aber in einem Zweig der paläontologischen Wissenschaft ein Fortschritt stattfinden soll, so muß das Gebiet immer wieder nach neu sich ergebenden Tatsachen zusammengefaßt werden. Ein Negieren in dieser Beziehung bedeutet den Rückschritt [2].

Als nun kurz nach dem Erscheinen von Diener's Katalog und seiner Mitteilung darüber in diesem Centralblatt mein Aufsatz über Lobus usw. ebenda Heft 8 erschien, hat Diener bald darauf an der gleichen Stelle meine Ausführungen angegriffen, indem er mich gleichsam als Ketzer der Paläontologie brandmarkt.

---

[1] z. B. C. Diener, Entwurf einer Systematik der Ceratitiden des Muschelkalkes. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1905.

[2] Man wird heute nicht mehr behaupten können, Neumayr's System der Foraminiferen sei ein natürliches. Wenn Rhumbler, als er seinerzeit die Fehler des Neumayr'schen Systems erkannte, einen negierenden Standpunkt eingenommen hätte, so würde das in der Tat ein bedauernswerter Rückschritt gewesen sein. Ein System aufgeben, zur alphabetischen Aufzählung übergehen, bedeutet, auf jede Übersicht verzichten. Das muß aber zur Stagnation führen. Selbstverständlich, ein ideales, natürliches System strebt man an. Der Weg zum natürlichen System führt aber über das Schema.

Diener hat ganz richtig erkannt, ich strebe etwas wesentlich Neues an. Statt nun in einer neuen Lehre eine Ergänzung der alten zu suchen, wird sie von vornherein in Bausch und Bogen abgelehnt. Abgelehnt, nicht widerlegt![1]

Mein oben erwähnter Aufsatz bringt in voller Absicht nur in großen Zügen die Ideen, deren ausführliche Bearbeitung mich zurzeit beschäftigt. Es ist nun durch die Natur einer derartigen Mitteilung bedingt, daß man nicht gleich alle Spezialfälle bringt. Es läßt sich auch von vornherein erwarten, daß die weitere Ausdehnung einer Idee auf das so umfangreiche Gesamtgebiet der Ammonoidea unbedingt vereinzelt auf Schwierigkeiten stoßen muß, die dann eben zu überwinden sind.

Von allen Charakteren, die uns die Ammoniten bieten, ist der der Lobenlinie der bedeutungsvollste. Da ich die anderen Charaktere bei Gelegenheit früherer Darstellungen bereits gewürdigt hatte, sollte dieser Aufsatz eine besondere Darstellung der Lobenlinie bringen. Daraus kann man aber nicht schließen, daß ich nun diesen Charakter ganz allein verwerte. Man müßte diesen Vorwurf sonst auch Branca wegen seiner vorzüglichen Ammonitenstudie machen. Was außerdem das Berücksichtigen aller Charaktere angeht, so liegt der Sinn dieses Postulates nicht darin, daß sämtliche Charaktere aufgezählt werden, sondern darin, daß man untersucht, wie sich die verschiedenen Charaktere bei verschiedenen Formen verhalten. Das Resultat ist dann, daß man angibt, in welchem Charakter zwei Formen, Gattungen etc. sich tatsächlich unterscheiden.

Greifen wir zunächst den wesentlichen Punkt meiner Darstellung heraus. Es wird ganz allgemein zwischen Lobus und Inzision unterschieden. In keiner der zahlreichen Arbeiten über Ammonoideen ist bisher der Unterschied zwischen beiden formuliert. In seiner Arbeit über Adventivloben sind Diener in dieser Beziehung, in der Verwechslung von Loben und Inzision, die größten Irrtümer unterlaufen, die er selbst heute nicht mehr ganz aufrecht zu halten scheint. Vergeblich habe ich immer wieder Diener's Arbeit über Adventivloben studiert, um das Kriterium zu finden, auf Grund dessen Diener Lobus und Inzision unterscheidet. Die Begründung ist immer wieder: das ist ein Lobus, das ist eine Inzision. Die Zacken, die im Außensattel von *Episageceras* und *Medlicottia* auftreten, werden von ihm als Adventivloben[2] bezeichnet,

[1] Die Ablehnung wird durchaus verständlich, wenn man daran denkt, daß Diener wissenschaftlich konservativ ist, wie er das 1905 selbst ausgesprochen hat: „Ich muß mich als Anhänger eines gewissen Konservatismus in der paläontologischen Systematik bekennen.“

[2] Vergl. Diener: Ammoniten mit Adventivloben p. 7. — p. 27 ebenda werden diese Sattelinzisionen bei der Besprechung von *Episageceras* als „Adventivkerben oder rudimentäre (!) Adventivloben“ bezeichnet. In diesem

neuerdings nennt er sie nur Kerben und ganz unnötigerweise noch Adventivkerben. Nun entsprechen in ihrer Entstehung diese „Adventivloben“ von *Medlicottia* ganz den Inzisionen, die am Innensattel von *Perisphinctes rotundatus* Roem. vorhanden sind. Ich füge hier erläuternde Abbildungen ein (Fig. 1 u. 2).

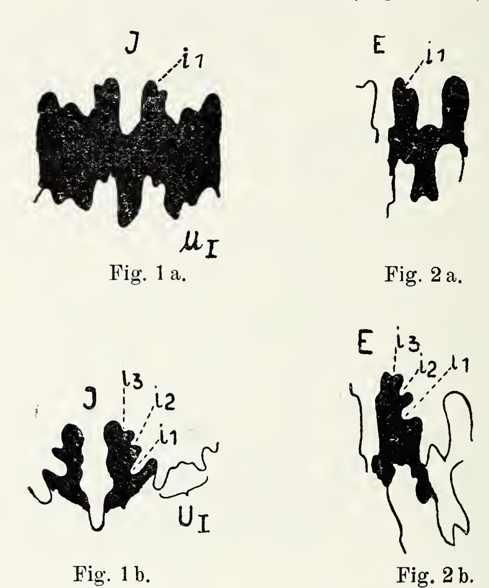


Fig. 1 a. Fig. 2 a.

Fig. 1 b. Fig. 2 b.

Fig. 1. Entstehung der Inzisionen am Innensattel von *Perisphinctes rotundatus* Roemer. Museum Göttingen.

Fig. 2. Entstehung der Inzisionen am Außensattel von *Medlicottia Orbignyana* Vern. Nach Karpinsky.

Die Inzisionen im Außensattel von *Medlicottia* usw. bezeichnet Diener als Adventivloben, Adventivkerben. Unsere Abbildung zeigt, daß sie vollkommen den Inzisionen am Innensattel der Perisphincten entsprechen. Homologe Elemente sind mit gleichen Indizes bezeichnet.

Die Konsequenz dieser Diener'schen Betrachtungsweise wäre, daß wir alle Inzisionen als Loben bezeichnen. Sind doch Diener's Adventivloben von *Episageceras* kaum an Größe verschieden von den Inzisionen (auch nach Diener's Inzisionen) an den Lateralsätteln von *Ussuria* usw.

Beide, Loben und Inzision, stellen Rückbiegungen der Lobenlinie dar. Es ist zweifellos nicht der Unterschied in der Größe, der Lobus und Inzision kennzeichnet, denn die mittlere manchmal

Centralblatt (p. 376) spricht Diener nur noch von „Adventivkerben“, indem er diese verwirrende Bezeichnung durch den Sprachgebrauch begründet.

recht tiefe Rückbiegung im Sattel von *Hoplites*, *Stephanoceras* usw. wird allgemein als Inzision, zuweilen auch als lobenähnliche Inzision bezeichnet. Wenn Lobus und Inzision grade angelegt sind, dann können sie an Größe und Aussehen gleich sein. Wie aber auch zwei scheinbar gleiche Eier verschieden sind, indem aus dem einen ein Huhn, aus dem anderen eine Ente wird, so sind auch die Anlagen von Inzision und Lobus nur scheinbar gleich. Um hier zu einer Unterscheidung zu kommen, habe ich den Unterschied zum ersten Male in der folgenden Weise formuliert: „Der wesentliche Charakter der Inzision beruht darin, daß sie als Einkerbungen in Loben und Sätteln auftreten, und zwar so, daß die der Symmetrieebene zunächst gelegenen Lobenelemente [1] zuerst allein durch Inzisionen zerschlitzt werden und erst darauf und regelmäßig nacheinander die nabelwärts folgenden Lobenelemente“ [2].

Bereits bei *Prodromites* Smith u. Well. soll dieses Kriterium nicht ausreichen, da der Außenlobus erst später als die Seitenloben zerschlitzt werden. Man erkennt nun sehr deutlich, auch bei den Vertretern dieser Gattung, daß die der Symmetrieebene (den Loben E und I) zunächst gelegenen Lobenelemente zuerst zerschlitzt werden, während die nabelwärts gelegenen Loben zunächst glatt bleiben. Daß allerdings der Außenlobus sogar in der Regel aus dieser Gesetzmäßigkeit herausfällt, ist eine auch mir schon längst bekannte Tatsache, die nichts gegen die Richtigkeit meiner Ausführungen beweist. Ich habe das in meinem Aufsatz nicht besonders erwähnt, weil ich es für selbstverständlich gehalten habe [3]. Wer nur ein paar Untersuchungen dieser Art wirklich durchführt, der wird dieses Verhalten des Außenlobus sofort erkennen. Er wird sich andererseits aber sofort auch von der Richtigkeit meiner Anschauungen überzeugen müssen.

---

[1] Hier ist die Klammer mit E und I fortgelassen. Die Aufnahme dieses Ausdruckes, die aus theoretischen Gründen erfolgt war, ist deshalb ungeschickt, weil er allen denjenigen, die sich nicht an den Sinn eines Gesetzes, sondern an dessen Wortlaut halten, einen Angriffspunkt bietet. Man beachte dazu die nachfolgenden Ausführungen.

[2] Wenn man davon ausgeht, daß die Zacken im Lobus von *Ceratites, Pronorites* etc. echte Inzisionen sind, so läßt sich der Nachweis erbringen, daß die α-, β-Zacken den echten Lobeninzisionen homolog sind. Dietz hat nun weiterhin bereits gezeigt, daß die μ-Inzision unmittelbar aus der β-Inzision hervorgeht, also eine echte Inzision ist. Auf Grund dieser Tatsache habe ich die erwähnte diagnostische Regel abgeleitet, deren Bedeutung das Beispiel von *Hopl. ingens* v. Koenen schlagend zeigt.

[3] Diener konnte den wahren Sinn der Definition aus der Abbildung (Fig. 4), die ich meiner Arbeit zugefügt habe, bereits erkennen; denn, wie diese Abbildung zeigt, tritt die Inzision im Außensattel und primären Laterallobus früher auf als im Außenlobus. Mir sind übrigens eine Reihe weiterer Hemmungen im Auftreten der Inzisionen bekannt. Das Kriterium bleibt aber dabei, wie ich später zeigen werde, bestehen.

Ich bemerke weiter, daß ich monopolare und bipolare Zerschlitzung unterschieden habe. Bei der monopolaren geht die Zerschlitzung von den Loben allein, also nur von einem Punkt aus, bei der bipolaren von zwei Polen, nämlich einmal vom Sattel und dann vom Lobus. Das, was vor allen Dingen die bipolare Zerschlitzung auszeichnet, besteht in dem Auftreten eines besonderen Pols im Sattel. Man wird daher in solchen Fällen, in denen die Zerschlitzung des Lobus ganz obsolet wird, die des Sattels aber vorhanden bleibt, sofort wissen, daß es sich um Formen handelt, die zu den durch bipolare Zerschlitzung ausgezeichneten Ammonoidea gehören [1]. Der Einwand, den C. Diener mit Hilfe von *Neolobites* usw. erhebt, fällt damit ganz von selbst fort. Wenn Diener weiterhin behauptet, man müsse nach meiner Definition die cretacischen Ammoniten mit sekundär ganz unzerschlitzter Lobenlinie zu den Palaeoammonoidea (Goniatiten) stellen, so hat er den Sinn meiner Ausführung nicht verstanden. Darüber mich mit Diener in eine Diskussion einzulassen, bin ich deshalb nicht in der Lage, zumal die modernen Arbeiten zeigen, daß ein Teil der Kreideammoniten mit regressiver Lobenlinie die bipolare Zerschlitzung anlegt oder im Alter noch deutliche Spuren derselben zeigt. Ein Fall der besser bekannten Juraammoniten, der von mir nachgeprüft werden konnte, sei hier zur Demonstrierung eingefügt. *Ammonites sternale* d'Orb. hat im Alter prionide Loben und fein zerschlitzte Sättel. Da aber die Anlage der Lobenlinie bipolar, und zwar triaenid-tripartit (α-, β-Inzision) ist, wissen wir, und nur daraus allein, daß er zu den echten Ammoniten (Neoammonoidea) gehört. Rückgebildete Formen fallen fast immer — auch in der rezenten Tierwelt — aus den für die normal entwickelten Formen aufgestellten Diagnosen heraus.

Nun liegt das Wesen der bipolaren Zerschlitzung noch in einem andern Punkt. Die Zerschlitzung des Sattels ist von der der Loben unabhängig geworden. Das oben wiedergegebene Gesetz für die Unterscheidung von Lobus und Inzision gilt für den Sattel und für den Lobus, und zwar für jeden besonders. Bei *Hoplitoides ingens* v. Koenen tritt die Zerschlitzung zuerst im primären Laterallobus auf; das ist das Lobenelement, das von den Seitenloben der Symmetrieebene zunächst liegt. Darauf werden erst die übrigen nabelwärts folgenden Loben zerschlitzt. Es liegt bipolare Zerschlitzung vor, infolgedessen werden die Sättel besonders zerschlitzt und wiederum beginnt die Zerschlitzung mit dem Außensattel und greift dann auf die nabelwärts folgenden Sättel über. Die nabelwärts folgenden Sättel der Lobenlinie Fig. 3 b zeigen ganz deutlich die Entstehung dieser Inzisionen des Außensattels.

---

[1] Der Außensattel von *Neolobites* ist durch die Inzision μ gespalten, nicht durch einen Adventivlobus.

Entsprechend meinem Gesetz von der Entstehung der Inzisionen sind die nabelwärts gelegenen Sättel noch schwach zerschlitzt. Sie zeigen zum Teil nur die erste mittlere Inzision μ. Diese ist auch im Außensattel vorhanden. Da dieser aber zunächst der Symmetrieebene liegt, sind noch weitere Inzisionen hinzugetreten, von denen je eine seitlich der mittleren Inzision μ liegt. In der gleichen Weise entstehen die Lobeninzisionen.

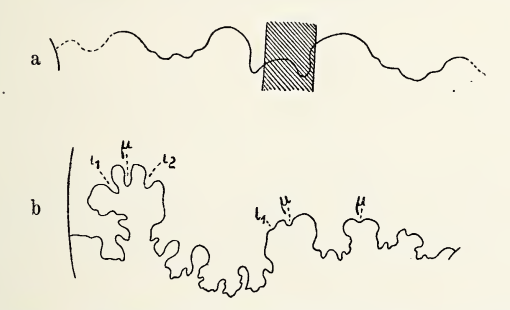


Fig. 3. Lobenlinie von *Hoplitoides ingens* v. Koenen. Nach Solger. 1903. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges.

Mit Ausnahme des Außenlobus nimmt die Zerschlitzung von der Symmetrieebene nach dem Nabel entsprechend dem Gesetz von der Unterscheidung von Lobus und Inzision ab. Die Inzisionen des Außensattels und 1. Laterallobus werden von Diener als „Adventivloben“ bezeichnet, obwohl sie den Inzisionen der übrigen Sättel homolog sind (Ammoniten mit Adventivloben). Die einander entsprechenden Sattelinzisionen sind mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

Wenn man vom Außenlobus absieht, so erkennt man, daß die geforderten Bedingungen für die Unterscheidung von Lobus und Inzision bei *Hoplitoides ingens* durchaus erfüllt sind. Nun deutet Diener (Ammoniten mit Adventivloben p. 8 ff.; dies. Centralbl. p. 378) die Inzisionen im Außensattel und primären Laterallobus (= 1. Seitenlobus) als Adventivloben. Dieser Sattel und Lobus soll in Adventivloben zerfallen. Nun habe ich aber oben gezeigt, daß die Inzisionen im Außensattel von *Hoplitoides ingens* v. Koenen den Inzisionen der nabelwärts folgenden Sättel durchaus homolog sind. Das gleiche ist auch bei *Placenticeras pacificum* Smith [1] der Fall. P. Smith's Fig. 5 auf Tafel XXVII zeigt die ganz normale Anlage der Sattelinzision μ im Außensattel und die Fig. 10 auf der gleichen Tafel dieselbe Inzision in den nabelwärts folgenden Sätteln. Sie erhält im weiteren Verlaufe der Entwicklung eine asymmetrische Lage. Die Loben werden deutlich triaenid angelegt.

---

[1] P. Smith: Development and Phylogeny of *Placenticeras* 1900 San Francisco.

Verfolgt man die einzelnen Entwicklungsstadien, so bereitet es keine Schwierigkeit, die Elemente der Alterslobenlinie auf die zuerst angelegten Elemente zurückzuführen.

Nun wird z. B. aus der Zacke μ des Außensattels nach Diener ein Adventivlobus, wenn sie nur hinreichend lang wird. „Adventivloben" dieser Art sind aber, wie Diener jetzt ebenfalls zugibt, „nichts anderes als ursprüngliche Inzisionen" (dies. Centralbl. 1916, p. 378). Man muß nun fragen, weshalb gerade die Inzisionen im Außensattel und primären Laterallobus und wiederum nur bei den Kreideammoniten anders bezeichnet werden sollen als die ihnen homologen Elemente der nabelwärts folgenden Sättel und Loben. Daß die Inzision μ bei *Perisphinctes, Hoplites* usw. von Siemiradzki und Uhlig als Adventivloben bezeichnet werden, mißfällt Diener sehr: „Ich billige einen solchen Vorgang keineswegs" (dies. Centralbl. 1916, p. 376). Andererseits betrachtet Diener einige Zeilen vorher diese mittlere Inzision μ von *Stephanoceras* usw. als „rudimentäre Adventivloben"! Es wird also dasselbe Element auf derselben Seite als ursprüngliche Inzision und als ursprünglicher Lobus (rudimentärer Adventivlobus!) bezeichnet. Ausführungen dieser Art über „Adventivloben" sind wenig geeignet, meine Untersuchungen zu widerlegen.

Die Abnormitäten, die in der Nähe der Naht bei *Aspidites Muthianus* und *Hedenstroemia Muthiana* u. a. auftreten, bilden einen Fall für sich. Hier (Fig. 4), wo es ihm gerade paßt, deutet

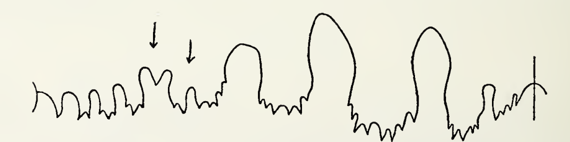


Fig. 4. Lobenlinie von *Hedenstroemia Muthiana* Krafft. (Nach Diener und v. Krafft.)

Die Lobenlinie ist im allgemeinen normal. Nach der Naht zu zeigen zwei Lobenelemente, die mit einem Pfeil bezeichnet sind, abnormes Verhalten, auf das sich Diener bezieht. Die geringe Bedeutung dieser Abnormität ergibt sich aus der Abbildung von selbst. Sie soll beweisen, daß die Zerschlitzung nicht an die Symmetrieebene als Ausgangspunkt gebunden ist.

er die in unserer Figur durch einen Pfeil markierte auffällige Rückbiegung der Lobenlinie als Inzision. Die Natur dieser Rückbiegung ist noch durchaus unklar und beweist daher nichts. Es steht auch noch nicht mit Sicherheit fest, ob sie überhaupt richtig beobachtet ist. Ich kann sie lediglich als eine relativ seltene mir auch von Jura- und Kreideammoniten bekannte Mißbildung bezeichnen.

Ich habe am Schluß meines Aufsatzes in ganz skizzenhafter Weise ein System der Ammonoidea angedeutet. Daß ich nur die groben Züge zunächst überhaupt skizzieren wollte, ergibt sich aus der Darstellung von selbst. C. Diener verwendet auch diesen Umstand wiederum mit großem Geschick. Die Clymenien z. B. habe ich mit voller Absicht in der Übersicht nicht erwähnt, weil mich dieser Gegenstand zu Erörterungen geführt haben würde, die einen größeren Raum einnehmen müssen, da sie die Wiedergabe zahlreicher Dünnschliffe fordern. C. Diener ist nun der Ansicht, daß ich die Clymenien auf die eigentlichen Goniatiten verteile und äußert sich in folgender Weise: „Es ist beachtenswert, daß Wedekind für die Clymeniidae, die am besten in sich geschlossene und von allen anderen Ammoniten am schärfsten getrennte Gruppe, nicht einmal eine besondere Unterabteilung im Rahmen seiner Palaeoammonoidea errichtet hat. Zu einer solchen Verkennung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse führt die einseitige Bevorzugung eines einzelnen Merkmals wie die Zerschlitzung der Suturlinie."

C. Diener müßte, falls er sich genügend orientiert hätte, aus meiner Monographie der Clymenien und aus meinem Referat über die Arbeit Sobolew's bekannt sein, daß das nicht der Fall ist, daß ich vielmehr Sobolew's Anschauung heftig bekämpft und die Clymenien zu einer besonderen Unterordnung der Clymeniacea zusammengefaßt habe. In dieser und ähnlicher Weise hat Diener weiterhin die Kürze meiner Arbeit ausgenutzt, um mich mit Selbstverständlichkeiten zu widerlegen. Ich habe keine Neigung, auf alle Einzelheiten dieser Art einzugehen.

Ein besonderes Interesse verdient der auch von C. Diener erwähnte Fall von *Medlicottia*. Zu meinen Mesoammonoidea gehören auch eine Reihe von Formen, die gleichsam durch pseudospontane Variation in der Ausbildung des Außensattels den gleichaltrigen Mesoammonoidea vorausgeeilt sind (Fig. 2). Die Loben von *Medlicottia* sind bekanntlich dikranid, die Sättel mit Ausnahme des Außensattels nicht zerschlitzt. Insofern ist die Lobenlinie monopolar. Nun gehört *Medlicottia* zu den Formen, die den Beginn der Zerschlitzung überhaupt erst zeigen. Der Außensattel nimmt dabei in ganz auffallender Weise einen Charakter an, der erst bei weit jüngeren Ammoniten wiederkehrt. Von Wichtigkeit ist es aber, daß es sich hier um ein Element handelt, das genau wie gefordert der Symmetrieebene zunächst gelegen ist. Es ist absolut nicht schwierig, die endgültige Definition der Mesoammonoidea in einfacher Weise so zu erweitern, daß sie alle diese Formen mit einschließt, andere ausschließt, ohne daß die Übersichtlichkeit und Einfachheit des Systems darunter leidet.

Insgesamt hat Diener meine Ausführungen m. E. keineswegs widerlegt. Unbeirrt um Angriffe dieser Art werde ich meinen Weg

weitergehen. Er wird, wie ich schon jetzt übersehen kann, einen Fortschritt und keinen Rückschritt bedeuten, zum mindesten wird er eine Klärung grundlegender Begriffe unserer Wissenschaft herbeiführen. Ungern habe ich bereits diese Klarstellung geschrieben. Eine weitere Polemik mit DIENER, auch wenn noch andere Angriffe von seiner Seite folgen sollten, lehne ich prinzipiell ab. Ich werde sie, falls sie erfolgen sollte, bei Gelegenheit einer ausführlichen Darstellung mit geeignetem Tatsachenmaterial behandeln.

Besprechungen.

F. Frech: Mineralvorkommen Anatoliens. Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 1915. Heft 16—19. 51. Jahrgang. Mit Karte. Eingeleitet durch eine Übersicht der Erdgeschichte und des Gebirgsbaus (A). (Schluß.)

Die östlichen oder pontischen Erzvorkommen.

Das ausgedehnte Gebiet der pontischen Masseneruptionen ist nach KOSSMAT durch zahlreiche Lagerstätten sulfidischer Erze ausgezeichnet, die in älterer Zeit Gegenstand eines lebhaften Abbaues gewesen sind. Auch heute noch bieten einige Bezirke günstige Aussichten.

Sulfidische Lagerstätten.

1. Echte Erzgänge mit silberhaltigem Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende und Schwefelkies; als Gangart ist Quarz weitaus vorherrschend, Baryt nicht allgemein verbreitet.

Bezeichnende Beispiele sind das Ganggebiet von Fol-Maden, südwestlich von Trapezunt, mit sieben gut ausgesprochenen Hauptgängen, ferner Yakadjak, südlich von Ordu, mit zahlreichen, aber nicht auf längere Erstreckung festgestellten Gangausbissen, endlich nach meinen Untersuchungen die nähere Umgebung im Westen und die weitere im Osten von Kerasunt (Seraidjik-Osmanie).

Ähnlich ist nach Angaben KOSSMAT's der Charakter zahlreicher, bereits im Wilajet Siwas gelegener Lagerstätten des Hinterlandes von Kerasunt; hierher gehören Sis-Orta am Oberlauf des Aksu und die zahlreichen Gänge der Umgebung von Karahissar (Lidjessi, Subach, Cattralan).

2. Sulfidische Imprägnationslager in vulkanischen Tuffen. Beispiele sind die kupferkiesführenden Pyritlager von Esseli, Sade-Kure, Ak-Köi. Sie enthalten mitunter konkretionäre, dichte Gemische von Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies und führen Gold in geringem Maße.

3. Sulfidische Kontaktlagerstätten treten in einigen von Eruptivgesteinen umschlossenen und veränderten cretaceischen Kalkschollen auf. Beispiele sind die Kupferlagerstätten von Karaburk und Tschödjen-Maden bei Esseli.

4. Schmale, wenig anhaltende Adern von Cuprit, Chrysokoll und gediegenem Kupfer in Klüften des Andesits am Usun-dere, südlich von Hajar-Kale, sind wahrscheinlich durch Tagewasser aus örtlichen Kupfererzimprägnationen ausgelaugt und konzentriert,

5. Unregelmässige Schnüre und Schmitzen von oxydischen Manganerzen (meist Pyrolusit) haben keine praktische Bedeutung.

Bei Samsun konnte Ref. beobachten, daß in den gewaltigen alten Schuttkegeln und Terrassen der Umgebung Eruptivgerölle von basischer Zusammensetzung durchaus vorwiegen. Die Küstenfahrt zeigte in der Nähe von Samsun dann wiederum zwischen Kap Jason und Kerasunt fast ausschließlich dunkle Eruptivgesteine; das gleiche ist auch von Trapezunt bekannt. Einen mittelbaren Hinweis auf das Vorkommen basischer Eruptivmassen bildet die Verbreitung der leicht erkennbaren, aber wenig mächtigen Magneteisensande an der Meeresküste, die durch die Wellenwirkung aus den basischen Eruptivgesteinen ausgewaschen werden.

Im Hinterland westlich von Kerasunt im Tal des Balikli-dere-su liegt ein von mir beobachtetes reiches gangartiges Vorkommen von silberhaltigem Bleiglanz, Blende und Pyrit. Deckenförmige, saure Eruptivgesteine (Dacit und Quarztrachyt) bilden das Grundgerüst, in dem die von Nordnordwest nach Südsüdost streichenden Gänge aufsetzen. Der Abstand von der nächsten geschützten Meeresbucht, dem Erik-Liman, beträgt in der Luftlinie nur 4—5 km. Das Tal des Balikli-dere-su (des Fischflusses), in dem das Erzvorkommen liegt, ist gleichbedeutend mit dem Boz-Teke-su der Kiepert'schen Karte.

Die Kupferkies-, Bleiglanz- und Zinkblendegänge von Seraidjik-Osmanie bei Ordu, Wilajet Trapezunt, wurden unterhalb von Seraidjik-Osmanie im Altertum abgebaut. Der Suleimangang ($\frac{1}{2}$ Stunde unterhalb von Seraidjik-Osmanie in 450 m Höhe) streicht N 60° W und fällt unter 63—70° nach Südsüdwest ein. Der Gang enthält 16 cm reines Erz.

Die bei Kerasunt und Ordu gesammelten Erze enthalten nach der in Breslau ausgeführten Analyse Kupfer, Blei und Silber in bauwürdiger Menge.

Nichterze verschiedener Art.

Anatolien enthält einige zur Gruppe der Nichterze gehörende, in der Welt einzig dastehende Vorkommen, vor allem Meerschaum, Schmirgel und Calciumborat (Pandermit); ferner einen erst in der Aufschließung begriffenen Opalfund bei Simav in der weiteren Umgebung von Kutahia.

Schmirgel. Das Vorkommen von Schmirgel in der anatolischen Türkei ist seit langem bekannt. Zu dem Schmirgel von Naxos sind neuerdings die Funde im Wilajet Smyrna getreten. Die Fundstätten sind Tire, Baltipik, Assisie, Cosbunar, Kulluk, Söke, Aladjaly und Hassan-Tschauschler, ferner der Gümüsch-Dagh in den Kreisen (Kazas) Sokia und Inkabad und endlich die Inseln Nikaria und Chios. Von den zahlreichen Lagerstätten wird dem Bedarf entsprechend nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl bergmännisch ausgebeutet.

Man unterscheidet nach der Reinheit drei Sorten, von denen die zweite die „qualité en général“ ist. Bei jeder Sorte werden wieder grobes und feines Korn, rote und graue Farbe der Oberfläche, große und kleine Stücke unterschieden.

Der Korundgehalt beträgt zwischen 40 und 57 % und ist nur bei dem Vorkommen von Kulluk geringer (37 %). Der Preis schwankt zwischen 6 und 8,5 ℳ ab Smyrna. Der jährlich von dort und von Kulluk aus versandte Schmirgel hat etwa 1,3 Mill. Mark Gesamtwert. Die Ausbeute beträgt etwa 17 000—20 000 t im Jahr.

Meerschaum. Der Meerschaum im Wilajet Brussa, ein Begleiter der Serpentine, ist wie sein Muttergestein wasserhaltige kieselsaure Magnesia, nur reicher an Kieselsäure als jenes. Während Chromit und Magnesit, die verbreiteten Begleiter des Serpentins, im anstehenden Gestein vorkommen, erscheint der Meerschaum nur im Serpentinkonglomerat, d. h. eingebacken in Schwemmgebilde, die den Fuß der Serpentinhöhen umgeben. Der Meerschaum ist wahrscheinlich aus dem Magnesit, d. h. aus kohlensaurer Magnesia hervorgegangen. Die Umsetzung des kohlensäurehaltigen Minerals in ein kieselsaures läßt sich durch das Empordringen kieselsäurehaltiger Wasser erklären. Die Lagerungsverhältnisse weisen auf diese Art der Entstehung hin. Auch die Magnesitdurchtränkung des Serpentins beruht auf dem früheren Empordringen mineralhaltiger Wasser.

Die Gruben bei Eskischehir (Sepedji, Kemikli und Sarisu-Odjak) reichen bis zu verschiedener Tiefe, da sich die meerschaumführende Schicht, ein mildes, tuffartiges, graues bis rötlichbraunes Konglomerat, in geneigter Lage befindet. Die Lagerstätte geht in der Nähe des Pursakflusses bis zu 71 m hinab; gegen die Berge zu verringert sich jedoch die Tiefe und die Schicht keilt sich allmählich aus. In Sepedji messen die tiefsten Schächte nur etwa 60 m.

Der ausschließlich nach Wien gehende Meerschaum hat, dem Wechsel der Mode entsprechend, stark an Bedeutung verloren. Von 1901—1903 ist die Ausfuhr fast auf die Hälfte (von 6200 auf 3200 Kisten) gesunken.

Pandermit. Der Pandermit ist ein Calciumtetraborat und nahe verwandt mit Natriumtetraborat (Borax). Er hat seinen Namen

von dem Hafenort Panderma am Marmarameer erhalten; jedoch liegt die bekannteste Lagerstätte im Tertiär bei Sultantschair am Susurlu-su, 70 km östlich von der Küste und 30 km nordöstlich von Balikesri. Der blendendweiße Pandermit kommt in Stücken von Nadelkopfgröße bis zu Blöcken von einer halben Tonne Gewicht in einem bis 35 m mächtigen tertiären Tongipslager vor.

Lager von Walderde
Seifenstein
Marmor
Lithographischem Schiefer und
Schwefel
sind vorhanden, zurzeit aber ohne weitere Bedeutung.

Steinsalz. Die während der trockenen Jahreszeit dauernd vor sich gehende Bildung des Steinsalzes in den abflußlosen Seen des inneren Anatoliens, in dem Tus-Tschöllü und anderen Salzpfannen, beruht auf dem Salzreichtum der weitverbreiteten jungtertiären roten Sandsteine. Der alte Name des Halys (= Salzach) deutet, wie bereits Strabo in der Beschreibung des Salzlagers von Ximene bemerkt, auf das Salzvorkommen hin.

Für die Salzversorgung Kleinasiens waren früher, d. h. vom Altertum bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, die Steinsalzgruben des Halysgebietes von Wichtigkeit, während neuerdings die bequemere Gewinnung des Salzes in den gewaltigen natürlichen Salzpfannen der Binnenseen immer wichtiger wird. Kochsalz wird endlich im Wilajet Aleppo auf den Salinen von Giabul (oder Gabbula) aus reichhaltiger Sole des Salzsees Es-Sabsha hergestellt.

Erdöl. Über das von altersher bekannte Vorkommen von Erdöl in Mesopotamien haben mehrfach neuere Untersuchungen stattgefunden; über ihre Ergebnisse sind jedoch bisher nur Zeitungsberichte in die Öffentlichkeit gelangt.

Zahlreiche Petroleumquellen entspringen aus geringer Tiefe oder oberflächlich in der kontinentalen Tertiärformation in der Nähe der persischen Grenze, unweit von Mendeli und Tuz-Charmati, bei Tekrit und Kerkuk am Tigris, ferner bei Nasrieh und Hit am Euphrat; alle lassen erkennen, daß nordöstlich von Bagdad am Tigris und ferner am untern Euphrat im Bereich des alten Babylons umfangreiche Petroleumgebiete liegen. Die mesopotamischen Ölfelder sind geologisch ein Teil des südpersischen Faltungssystems.

Untersuchungen des Öls bei Mendeli haben ergeben, daß es fast die gleiche chemische Zusammensetzung besitzt wie das Öl von Baku. Die Ölfelder, die in Frage kommen, gehören mit Ausnahme des von Tuz Charmati der türkischen Zivilliste und finden sich in den Wilajets Mossul (Tigris) und Bagdad. Im Wilajet Mossul liegen die Öllager von Abjak, Baba-Gurgur nördlich von Kerkuk, Gajara am Tigris, Guil nördlich von Tschemtschemol,

Nimrud, Kifri, Tuz-Charmati und Zahru am Flusse Chabur. Im Wilajet Bagdad liegen die Vorkommen von Hit am untern Euphrat, Ramadi, Najata und Mendeli. Am wichtigsten sind die Ölfelder von Gajara, Guil, Tuz-Charmati, Zahru, Hit, Ramadi und Mendeli. Hiervon sind wieder die Felder von Mendeli am reichsten. Wenn man bedenkt, daß sich das Petroleumgebiet über 400 km ausdehnt, und daß das Öl in Quantitäten zur Oberfläche kommt, die bisher in der Geschichte der Petroleumgeologie unbekannt waren, so ist man zu der Annahme berechtigt, daß diese Petroleumgebiete zu den reichsten der Welt gehören. — Die einzige Schwierigkeit für die Aufschließung des Gebietes ist die des Transportes. Die Bagdadbahn wird das Ölfeld in Gajara in seiner ganzen Länge durchschneiden und in absehbarer Zeit in der Nähe von Mendeli in Betrieb sein. Ferner werden die geplanten Seitenlinien nach Tuz-Charmati, Chanikin und Kasri-Schirin Ölfelder anschneiden. Man wird sich auf diesen Strecken des Öls als Feuerungsmaterial anstatt der teuren Kohlen bedienen.

Braunkohle. Jungtertiäre Braunkohle findet sich in Anatolien an vielen Stellen und gewinnt dort, wo mächtige, schwefelkiesfreie Flöze auftreten, schon wegen des Holzmangels im Hochland mehr als örtliche Bedeutung. Ihre Verfeuerung in Verbindung mit Erdöl oder Masut hat bei Versuchen auf Lokomotiven der anatolischen Bahn zu günstigen Ergebnissen geführt.

Im Wilajet Brussa sind als wesentlichere Fundorte das Dorf Küre, zwischen den Stationen Eskischehir und Biledschik der anatolischen Bahn, sowie Manjilik zu nennen. Südwestlich von der Station Tschai der anatolischen Eisenbahn, südöstlich von Afium-Karahissar, liegt ein 2 m starkes Flöz mit guter, harter Kohle, deren Heizwert etwa zwei Drittel von dem der Steinkohle beträgt.

Im Wilajet Smyrna steht Braunkohle 3 km nordwestlich von Soma, der Mittelstation der Eisenbahn Smyrna—Panderma—Soma, an, und zwar in 5—10 m Mächtigkeit und milder, aber sonst guter Beschaffenheit. Auf der Yarik-Kayagrube stand eine Brikettfabrik in Betrieb. Auch bei Sokia, 80 km südlich von Smyrna, ist ein Flöz auf größere Erstreckung nachgewiesen worden.

In der Provinz Erzerum findet sich Kohle bei Karakhan und Hortuk, 35—40 englische Meilen nordwestlich von Erzerum, und wird mit Hilfe von Stollen abgebaut. Die Kohle ist im Ausgehenden stark sandig.

In der Provinz Beirut bei Tyre, ferner bei Safed, steht Braunkohle in geringer Menge und Beschaffenheit an. Die im allgemeinen nur 25—40 cm mächtigen, höchstens auf 1,2 m anschwellenden Flöze gehören zu dem Sandstein der untern Kreide. Die Ausdehnung der Vorkommen ist recht bedeutend; jedoch ist nach Blanckenhorn zurzeit nur eine Braunkohlengrube bei Haitura

in der Nähe von Djezzin in Betrieb. Das Flöz ist nach dem genannten Forscher gut und die Ausbeutung nur durch die schwierige Beförderungsmöglichkeit beeinträchtigt.

Steinkohlen.

Das Kohlenbecken von Heraklea—Songuldak. Die allgemeine Entwicklung dieses Vorkommens stimmt in allen wesentlichen Zügen mit den Becken von Waldenburg und von der Saar, d. h. mit der der großen, rein limnisch ausgebildeten Gebirgssenken Mitteleuropas überein. Die Flöze stimmen an Zahl (etwa 20) und in der durchschnittlich 1—2 m betragenden Mächtigkeit mit denen von Waldenburg überein; allerdings ist eine Höchstmächtigkeit von 8 m, wie sie das Flöz Tschai—Damar aufweist, in Niederschlesien und an der Saar niemals beobachtet worden.

Auch die Zusammensetzung der Steinkohle, sowie die räumliche Ausdehnung der den 200 km langen Küstensaum zwischen Heraklea (Bender—Eregli) und Amasra zusammensetzenden Kohlenbildungen sind ähnlich wie in Saarbrücken oder Waldenburg. Eine Abweichung zeigt nur das aus mariner Unterkreide bestehende Deckgebirge, das zwischen dem Randbruch der Küste und der Steinkohlenformation infolge einer staffelförmigen Ausbildung des Bruchsystems erhalten geblieben ist.

Der Hauptabbau findet zurzeit bei Songuldak und dem unmittelbar angrenzenden Koslu statt. Im Bereich des aus einem Hauptsattel und einem kleinen südlichen Nebensattel bestehenden Kohlenbezirks von Koslu sind rund $16\frac{1}{2}$ m Steinkohle aufgeschlossen. Bei Songuldak finden sich vom Hangenden zum Liegenden rund 28 Flöze mit einer Gesamtmächtigkeit von fast 40 m Steinkohle in 700 m Gebirge.

Zusammenfassung.

Von den nutzbaren Mineralien Anatoliens sind einige, wie Meerschaum und Pandermit, ausschließlich kleinasiatisch, andere, wie Chromit und Schmirgel, gehören zu den technisch wichtigsten Vorkommen dieser Art.

Die Mannigfaltigkeit der Erze, Kohlen und Nichterze ist entsprechend dem abwechslungsreichen geologischen Aufbau sehr groß. Den einzelnen Eruptivgesteinen und Sedimenten entstammen folgende Vorkommen:

1. Schmirgel, Zinnober und einige gangförmige Erzvorkommen (Bleiglanz, Blende usw.) dem Urgebirge.
2. Chromit, Manganerze und das Verwitterungsprodukt Meerschaum dem Serpentin bzw. dem Gabbro als Ursprungsgestein.
3. Die große Mehrzahl der gangförmigen und Kontakt-Erzlagerstätten den miocänen Eruptivdecken des Nordostens.
4. Dolinenerz (Roteisenstein) den Oberkreidekalken des Amanos.

5. Phosphate und Asphalt (vergl. Nr. 6) der Oberkreide Palästinas und Syriens.

6. Erdöl dem Tertiär Mesopotamiens sowie, vornehmlich in verdickter Form als Asphalt, der Kreide Palästinas.

7. Braunkohle dem Tertiär (sie ist in Anatolien verbreitet, aber trotz verschiedenartiger Altersstellung nur z. T. bauwürdig; das gleiche gilt für die Kreidekohle Syriens).

8. Steinkohle dem Obercarbon (sie zeigt eine kontinentale, der Waldenburger und Saarbrücker Ausbildung nahestehende Entwicklung und tritt flözreich bei Heraklea (Eregli), Koslu und Songuldak am Schwarzen Meer auf).

9. Steinsalz entstammt den ursprünglichen Lagern des roten, obermiocänen Sandsteins und vornehmlich den abflußlosen Salzpfannen von Inner-Anatolien und bei Aleppo.

Die bergwirtschaftliche Wiederbelebung Anatoliens hängt in erster Linie von der Ausgestaltung der jetzt noch fehlenden Verkehrswege ab. Heute kommen für die Ausbeutung fast nur die an den Verladeplätzen der Meeresküste oder an den wenigen Eisenbahnlinien liegenden Mineralvorkommen in Betracht. Seltene Ausnahmen bilden reiche Erzgruben, wie Balia-Maden (mit silberhaltigem Bleiglanz und Zinkblende), deren Abbau trotz der Ungunst der Lage gedeiht. **Frech.**

G. Linck: Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie, herausgegeben von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. 5. 1916. Jena bei Gustav Fischer. 324 p. mit 43 Abbildungen im Text.

Der in diesem Kriegsjahr erschienene neue Band der „Fortschritte“ bietet durch seinen Inhalt ein ganz besonderes Interesse. Wir finden darin die folgenden Abschnitte: 1. Mitteilung des Vorstandes an die Mitglieder der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. 2. R. Brauns: Bericht über die Tätigkeit des Deutschen Ausschusses für mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahren 1913 und 1914 (p. 1—16). 3. A. Johnsen: Kristallstruktur (p. 17—130 mit 38 Figuren). 4. Paul Niggli: Neuere Mineralsynthesen (p. 131—172 mit 3 Figuren). 5. O. H. Erdmannsdörffer: Über Einschlüsse und Resorptionsvorgänge in Eruptivgesteinen (p. 173—209). 6. F. Becke: Fortschritte auf dem Gebiet der Metamorphose (p. 210—264). 7. Friedrich Berwerth: Fortschritte in der Meteoritenkunde (p. 265—292). Karl Schulz: Die Koeffizienten der thermischen Ausdehnung der Mineralien und Gesteine und der künstlich hergestellten Stoffe von entsprechender Zusammensetzung. **Max Bauer.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Einfache Demonstration der Reflexkegel beim Laue- sowie Debye-Scherrer-Effekt mittels gewöhnlichen Lichtes.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 9 Textfiguren.

I.

Die Laue-Friedrich-Knipping'sche Entdeckung des Beugungseffektes von Röntgenlicht durch Kristallplatten, die von den X-Strahlen durchsetzt werden, hat experimentell und rechnerisch durch Einführung der Bragg'schen fundamentalen Gleichung $n\lambda = 2d\sin\alpha$[1] ein ungemein nützliches Moment erfahren: der schwierige Fall der Beugung ist auf den einfachen Fall einer sprungweisen Reflexion zurückgeführt, die jeweils eintritt, wenn der obigen Gleichung Genüge geschieht. Jeder Punkt eines Lauediagramms, etwa der Fig. 1, ist in dieser Auffassung der Einstich eines reflektierten Strahls, der an einem inneren, kristallonomisch wichtigen Ebenensatz gespiegelt ist. Die einer früheren Mitteilung des Verf.'s[2] entnommene Fig. 2 macht das anschaulich. $S_1 s_1$ = Primärstrahl, der die photographische Platte PP in s_1 senkrecht durchsticht. Z_z eine zur Zeichenebene der Fig. 2 zunächst senkrecht gedachte Strukturfläche des Kristalls K. Der Strahl S_1 K wird unter dem Spiegelungswinkel α als S_2 reflektiert und auf PP in s_2 aufgefangen. Beim Drehen der reflektierenden Ebene um die Zonenlinie K_z beschreibt S_2 um K_z einen Kreiskegel. Auf ihm liegen also K s_1 und S_2 in gleichem Winkelabstande von K_z. Auf PP schneidet dieser Kreiskegel in einer entsprechenden Ellipse ein; sie ist im Lauediagramm das Merkmal der Reflexe von tautozonalen Flächen mit Z_z als Zonenachse. In Wirklichkeit baut sich aber die Zonenfolge aus einzelnen Flächen auf; der elliptische Zonenbogen setzt sich dementsprechend aus diskreten Punkten zusammen.

Im Unterricht ist es von Interesse, diese fundamentale Reflexion mittels gewöhnlichen Lichtes zu demonstrieren. Dazu kann schicklich die kleine Einrichtung der Fig. 5 dienen. Sie besteht aus einem Fuß, ferner der Triebvorrichtung T, einer Tragstange, die um eine horizontale Achse zu drehen und mit einer Flügelschraube festzustellen ist. Am Ende der Stange ist ein zwischen

---

[1] mit n = 1, 2, 3 ...; λ = Wellenlänge des angewendeten Röntgenlichtes; d = Abstand der betreffenden reflektierenden Atomtafeln; α = Spiegelungswinkel der Reflexion = Komplement des Einfallswinkels.

[2] F. Rinne, Beiträge zur Kenntnis der Kristall-Röntgenogramme. 1. Mitt. Ber. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 1915. p. 303.

Glasschutzscheibchen eingeschlossener Silberspiegel S befestigt. Die Zahnradvorrichtung Z gestattet, den Spiegel von Hand schnell zu drehen. Der Strahl einer Projektionslampe fällt an einer durchlochten Stelle des Silberbelages auf S, geht durch S hindurch und

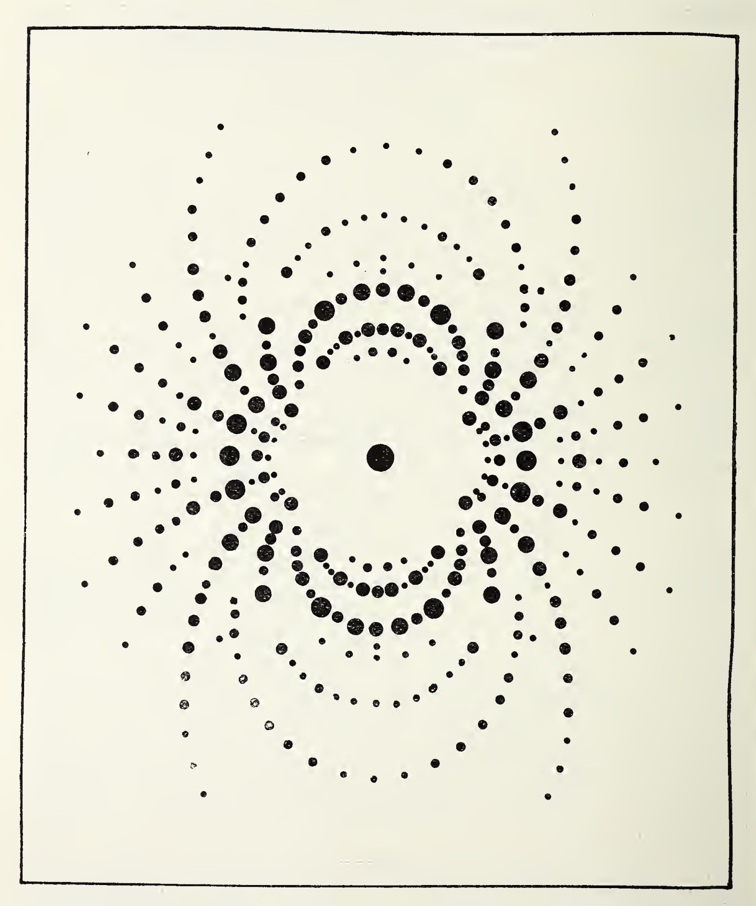


Fig. 1. Beispiel eines Lauediagramms. Anhydrit nach {100}. Aufnahme von F. Rinne.

wird gleichzeitig gespiegelt, da seine Auffallstelle größer als das Loch gehalten wird. Eine matte Glastafel (oder sonstige Projektionsfläche) ersetzt PP der Fig. 2. Man erkennt auf dem Beobachtungsfelde beim Stillstand von Z die einzelnen Reflexe und bei Betätigung der Zahnräder die kennzeichnende, durch s_1 und s_2 gehende Zonenkurve.

Die schöne Mannigfaltigkeit der Lauediagramme, etwa der Fig. 3, kommt bekanntermaßen dadurch zustande, daß eine ganze Reihe von Zonen zur Wirksamkeit gelangen. Ihre verschiedenen Neigungen α zum Primärstrahle geben Veranlassung zu einer Veränderung der Schnittform zwischen PP und den Beugungskegeln. Ist die Neigung der Zonenachse zum Primärstrahl $= 0^0$, so liegen alle Reflexe dieser dem Primärstrahl parallelen Flächen in s_1. Bei Winkeln α bis zu 45^0 erscheinen im Diagramm als Zonenkurven Ellipsen (Fig. 2). Ist $\alpha = 45^0$, die Öffnung des Beugungskegels also ein rechter Winkel, so drückt sich der Zonenverband durch

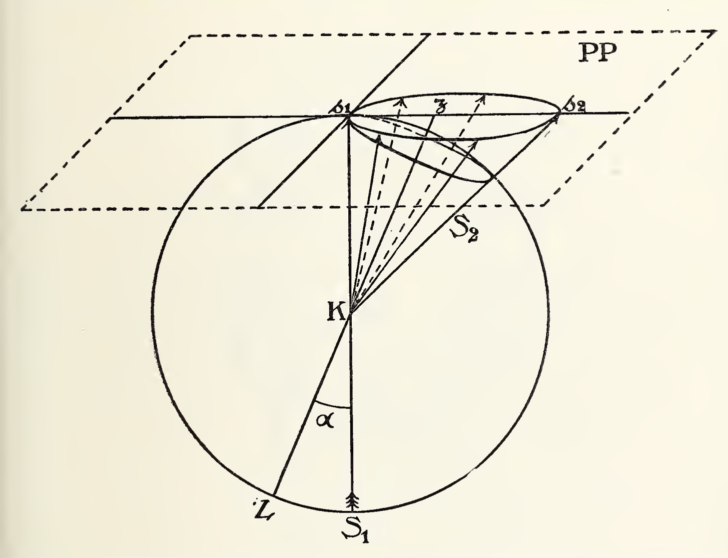


Fig. 2. Schema der Reflexion von Röntgenlicht an Flächen einer Zone.

eine Parabel aus; bei Zonenkegeln mit $\alpha > 45^0$ stellen sich Hyperbeln ein, und ist schließlich $\alpha = 90^0$, d. h. die Zonenachse senkrecht zum Primärstrahl gelegen, so ist im Lauediagramm eine Gerade das Zonensinnbild. Entsprechende Zonenkurven einschließlich der Geraden sind in Fig. 1 und 3 zu erkennen; es ist auch deutlich ersichtlich, daß sie alle durch s_1, den mittleren Einstich des Primärstrahls, gehen.

Der oben in Rede gestellte charakteristische Wechsel der Zonenbogen im Lauediagramm läßt sich mit dem Apparat der Fig. 5 nacheinander recht lehrhaft wiedergeben. Es ist nur nötig, der Zonenachse, d. h. der Drehachse des kleinen Instrumentariums, jeweils die gewünschte Neigung zu erteilen, so daß α nacheinander $\lesseqgtr 45^0$ bezw. 90^0 wird.

Eine weitere Demonstration ist leicht anzuschließen; sie betrifft die Gestalt der Zonenbogen, falls die auffangende Fläche nicht senkrecht zum Primärstrahl, sondern geneigt oder parallel zu ihm verläuft.

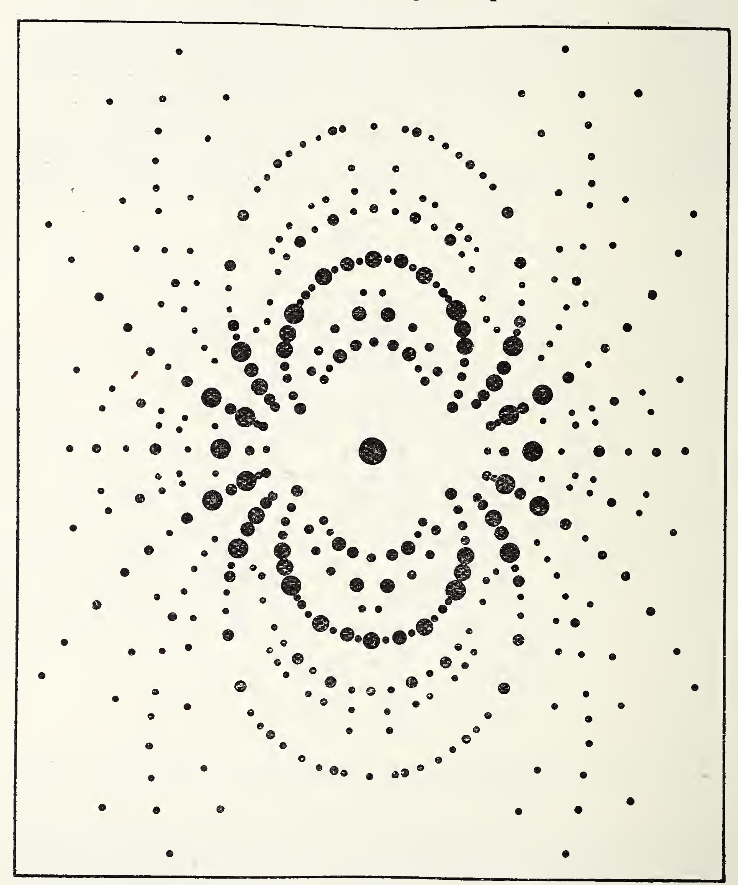


Fig. 3. Beispiel eines Lauediagramms mit sehr deutlichen Zonenkurven. Anhydrit nach {001}. Aufnahme von F. Rinne.

Auf einer Kugel als auffangender Fläche der Fig. 2 würden natürlich stets Kreiskegelschnitte sich bekunden. Ebene Projektionsflächen geben je nach ihrer Lage veränderte Schnitte. Dabei interessieren vor allem die Kurven auf Platten, die parallel zum Primärstrahl durch den Beugungskegel geschoben werden. Es lassen sich die Verhältnisse je nach Art des speziellen Falles leicht zurechtlegen und mittels des Drehapparates demonstrieren. Fig. 6 bezieht sich auf einen tetragonalen Kristall. Sie bedarf keiner besonderen Erläuterung.

II.

Beim Verfahren von P. Debye und P. Scherrer handelt es sich um die Benutzung eines sehr feinen Kristallpulvers an Stelle von jeweils lediglich einer orientierten Kristallplatte bei der Laue-Friedrich-Knipping'schen und der Bragg'schen Methode. Wie bekannt und oben schon erörtert ist (Fig. 2), spiegelt eine solche Platte einen auf sie fallenden Röntgen-Primärstrahl S_1 nach S_2, wenn die Bedingung $n\lambda = 2\,d\sin\alpha$ erfüllt ist. Beim Verfahren

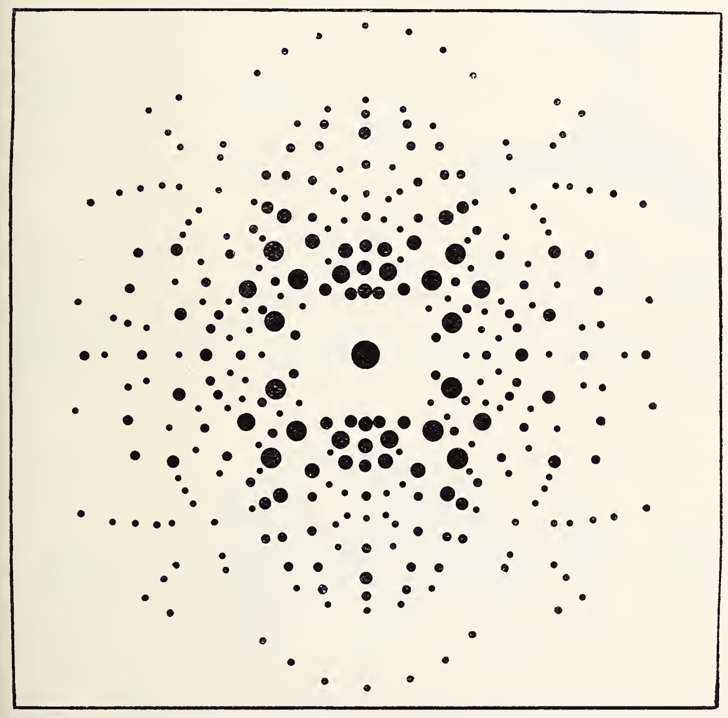


Fig. 4. Beispiel eines Lauediagramms mit verwickelteren Zonenkurven. Anhydrit nach {010}. Aufnahme von F. Rinne.

nach den Bragg's und auch nach Debye-Scherrer benutzt man monochromatisches Röntgenlicht; λ ist also festgelegt. Betrachte man nun einen Flächensatz bestimmter Art, der natürlich in allen Körnchen des Kristallpulvers enthalten ist. Sein d ist von der Orientierung zum Primärstrahl unabhängig. Jedem der Reihe nach einzusetzenden Werte von $n = 1, 2, 3 \ldots$ in der Gleichung $n\lambda = 2\,d\sin\alpha$ entspricht also ein genau definiertes α. Praktisch wird n höchstens $= 6$, in der Regel ist beim Debye-Scherrer-

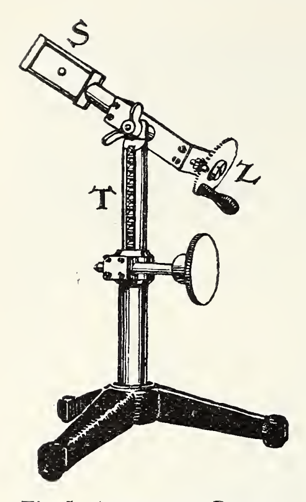


Fig. 5. Apparat zur Demonstration des Laueeffektes mittels gewöhnl. Lichtes.

Versuch $n = 1, 2, 3$, d. h. es gibt bei ihm nur drei Neigungswinkel α, unter denen eine Fläche jeweils reflektiert. Diese drei Neigungswinkel sind natürlich rund um den Primärstrahl anzutragen. Wenn nun auch der Ebenensatz (wie es beim feinen Kristallpulver ja der Fall ist) in allen möglichen Orientierungen zum Primärstrahl vorkommt, so entstehen an ihm reflektierte Strahlen doch nur, wenn er mit dem Primärstrahl die drei speziellen Neigungswinkel einschließt. Die gespiegelten Strahlen müssen in ihrer Gesamtheit also die Mäntel dreier Kreiskegel mit gemeinsamer Spitze und dem Primärstrahl als Achse bilden.

Natürlich sind in jedem Körnchen des Kristallpulvers außer dem eben betrachteten Flächensatz noch beliebig viele andere vorhanden. Für jeden neuen sind neue Kreiskegel abzuleiten, die mit den vorigen Achse und Spitze gemeinsam haben. Die Art des Experi-

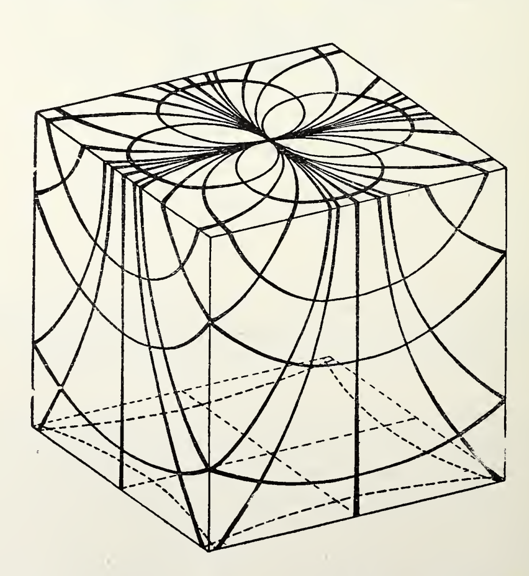


Fig. 6. Auffangen der Zonenbogen des Laueeffektes auf Platten senkrecht und parallel zum Primärstrahl. Tetragonaler Kristall.

mentes[1] bringt es glücklicherweise mit sich, daß sich nur eine beschränkte Anzahl von Flächensätzen im Reflexbilde bemerkbar machen.

Eine auffangende ebene Fläche, auf welcher der Primärstrahl senkrecht einsticht, zeigt somit um den Mittelpunkt herum Reflex-

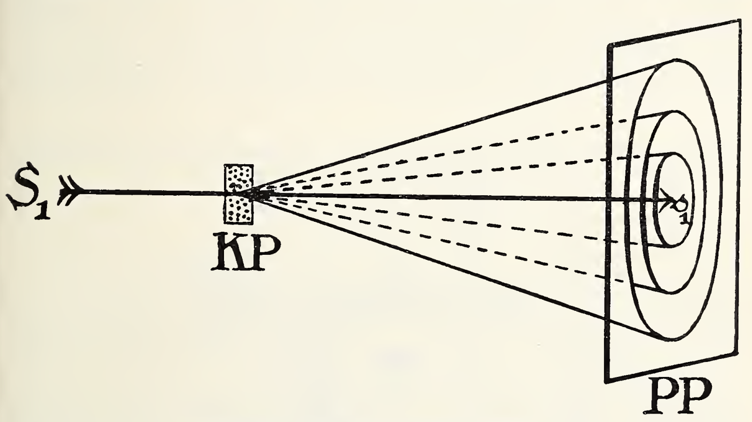


Fig. 7. Zusammengehörige (von einem Flächensatz in drei α-Lagen gespiegelte) Reflexkegel.

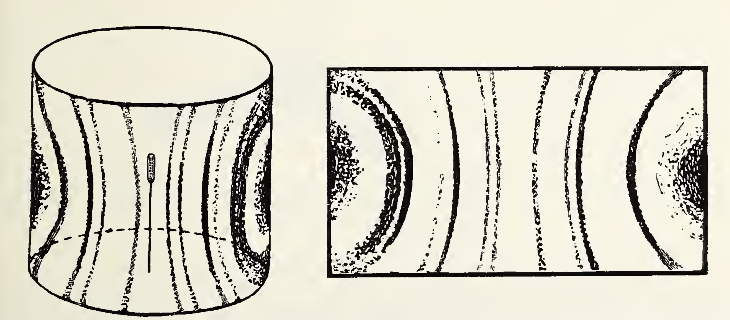


Fig. 8. Auffangen der Reflexkegel des Debye-Scherrer-Effekts auf einem zylindrischen Film. (Nach Figuren von Debye und Scherrer.)

kreise entsprechend den Halos atmosphärischer Erscheinungen. Debye und Scherrer fangen diese Kegel auf einem Zylinder auf, in dessen Achse auf mittlerer Höhe das monochromatisch zu durchleuchtende Kristallpulver sich befindet. Demzufolge gibt es eine räumliche Kegelschnittkurve, entsprechend Fig. 8.

[1] Anwendung monochromatischen Lichtes; Wahrnehmung lediglich der intensivsten Reflexe; beschränkte Anzahl genügend mit Atomen besetzter Flächensätze.

Diese fundamentalen Verhältnisse finden durch den kleinen Apparat der Fig. 9 ihre einfache unterrichtliche Erläuterung mittels gewöhnlichen Lichtes. Als Träger dient ein Dreifuß mit Trieb. Der Primärstrahl fällt wagerecht durch ein zylindrisches Rohr, an dessen linkem Ende eine große Blendenscheibe überschüssiges Licht abhält. Der Lichtstrahl gelangt durch das Loch eines Ansatzstückes auf einen Spiegel S_a, von dem er reflektiert wird. Läßt man S_a mittels Z um R rotieren, so erhält man einen Lichtkegel um R als Achse wie beim Debye-Scherrerversuch. Man fängt ihn

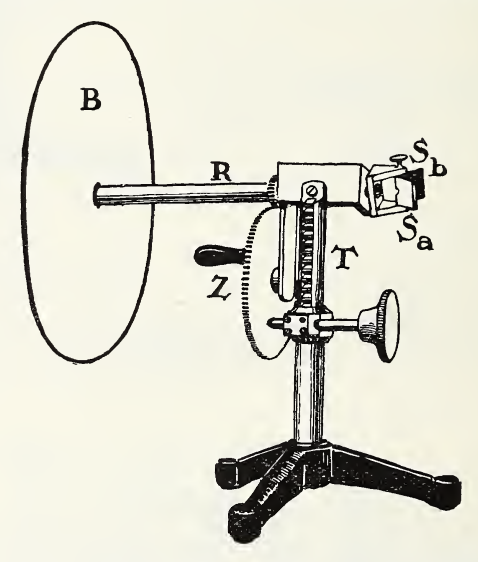


Fig. 9. Apparat zur Demonstration des Debye-Scherrer-Effektes mittels gewöhnlichen Lichtes.

auf einer matten Glastafel oder sonstigen Projektionswand in beliebiger Stellung der Projektionsfläche auf, bei ihrer Lage senkrecht R also als Kreis.

Dient S_a somit als Reflexionsebene mit bestimmtem Winkel α zwischen sich und dem Primärstrahl, so kann man durch Veränderung der Lage von S_a anders geöffnete Reflexionskegel demonstrieren. Weiterhin ist es bei gleichzeitiger Benützung von zwei oder noch mehr Spiegeln (S_a und S_b in Fig. 9) möglich, mit einem Male mehrere Reflexionskegel, wie beim Debye-Scherrer-Versuch mit gemeinsamer Achse, zu zeigen. Der Primärstrahl fällt stets durch eine seinem Auftreffen entsprechende randliche Lochöffnung an der einen kurzen Seite der Spiegel hindurch. Man erblickt also immer den Primärfleck konzentrisch umgeben von den Kreisen,

falls die auffangende Fläche senkrecht zum durchleuchtenden Lichtstrahl gestellt ist.

Jeder Mechaniker fertigt natürlich die einfachen Apparaturen leicht nach den hier gegebenen Zeichnungen an. Eine etwa dem Drei- bis Vierfachen der Figuren entsprechende Größe erscheint passend.

Institut für Mineral. u. Petrogr. d. Universität Leipzig.

Einiges über Terminologie und Entwicklung der Lobenelemente in der Ammonitensutur.

Von **C. Diener** in Wien.

Mit 12 Textfiguren.

Die heute übliche Terminologie der Lobenelemente in der Ammonitensutur, wie sie aus unseren Handbüchern der Paläontologie entnommen werden kann, geht auf die Arbeiten von L. v. Buch und A. d'Orbigny zurück. L. v. Buch[1] hat die Bezeichnungen „Loben" und „Sättel" in die Literatur eingeführt, die Trennung zwischen Hauptloben und Auxiliar- oder Hilfsloben in Vorschlag gebracht und darauf hingewiesen, daß die Grenze zwischen den lateralen Hauptloben und Hilfsloben durch die Lage der Projektionsspirale des vorhergehenden Umganges bestimmt sei. Er hat zugleich die Anwesenheit von sechs Hauptloben — unpaariger Extern- und Internlobus, zwei paarige Seitenloben — bei allen jenen Ammoniten festgestellt, die wir nach dem heutigen Sprachgebrauch als solche mit vollzähligen Loben, beziehungsweise mit normaler Lobenstellung bezeichnen. A. d'Orbigny hat L. v. Buch's Terminologie insbesondere durch die Abtrennung der lateroventralen oder internen Suturelemente von den extern gelegenen Auxiliaren vervollständigt.

L. v. Buch unterschied in der Richtung von der Externseite zur Internseite des Gehäuses die folgenden Suturelemente: Dorsallobus (gelegentlich durch einen Sekundärsattel geteilt), Dorsalsattel, Oberer Laterallobus, Lateralsattel, Unterer Laterallobus, Ventralsattel, Auxiliarloben und Auxiliarsättel, Ventrallobus. A. d'Orbigny[2] bezeichnete L. v. Buch's „Ventralsattel" als ersten Auxiliarsattel,

---

[1] Insbesondere in den folgenden Arbeiten: Note sur les Ammonites. Annales sci. nat. XVIII. 1829, p. 267—276. — Sur la distribution des Ammonites en familles. Ibidem. XVIII. 1829, p. 417—433. — Über Ammoniten, ihre Sonderung in Familien, über die Arten, welche in den älteren Gebirgsschichten vorkommen, und über Goniatiten insbesondere. Zwei Vorträge in der Akad. d. Wissensch. Berlin. 1832. — Über Ceratiten. Abhandl. kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1848.

[2] A. d'Orbigny, Paléontol. franç. I. Terr. crét. 1840, insbes. p. 103.

indem er die Grenze zwischen Haupt- und Auxiliarelementen in den unteren oder zweiten Laterallobus verlegte, und führte für die internen oder ventralen Lateralelemente eine vom internen Ventrallobus beginnende, gesonderte Zählung ein.

In ihren Grundlinien ist die von L. v. Buch und A. d'Orbigny begründete Terminologie der Lobenelemente in der Ammonitensutur aufrecht erhalten geblieben, wenngleich sie in ihren Einzelheiten Erweiterungen und Veränderungen erfahren hat. Forscher, die im Gegensatz zu den beiden genannten die Externseite der Ammoniten als Bauchseite, nicht als Rückenseite des Tieres betrachteten, änderten dementsprechend auch die Bezeichnung der betreffenden Loben (Fischer). Die dadurch hervorgerufene Unsicherheit der Termini „Dorsal- und Ventrallobus" gab zu der Bevorzugung neutraler Ausdrücke wie Externlobus, Externsattel[1] und Internlobus Veranlassung. Auch die Ausdrücke „Siphonallobus, Siphonalsattel, Antisiphonallobus" erfreuten sich von seiten mancher Autoren (Hyatt, Wright) einer gewissen Beliebtheit. Sie erscheinen jedoch insoferne minder glücklich gewählt, als sie einerseits auf die intrasiphonaten Clymenien nicht passen, andererseits der Terminus „Siphonalsattel" als Ersatz für L. v. Buch's „Dorsalsattel" mit der älteren Bezeichnung „Siphonalsattel" für den jetzt ziemlich allgemein „Mediansattel" genannten Sekundärsattel des Externlobus in Widerspruch geriet[2]. Es hat sich ferner in den meisten Arbeiten über Ammoniten die Bezeichnung „Zweiter Lateralsattel" an Stelle des ersten Auxiliarsattels d'Orbigny's (L. v. Buch's Ventralsattel) durchgesetzt. Erweitert wurde die Terminologie der Suturlinie insbesondere durch die Einführung der Bezeichnungen „Adventivloben" für überzählige Lobenelemente in der Region zwischen der Externseite und dem ersten Lateralsattel (E. v Mojsisovics) und „Nahtlobus" oder „Umbilikallobus" für das im Septalumschlag liegende Suturelement (Steinmann, Waagen).

Ich glaubte, diese einleitenden Erörterungen nicht umgehen zu können, selbst auf die Gefahr des Vorwurfes hin, allgemein bekannte Tatsachen zu wiederholen, über die man sich aus den meisten Handbüchern der Paläontologie zu belehren vermag. Aber ich hielt es für notwendig, dem Leser die Überzeugung beizubringen, daß wir eine wohlbegründete und berechtigten Anforderungen an Exaktheit entsprechende Einteilung und Terminologie der Lobenelemente in der Ammonitensutur besitzen. Die Scheidung von Hauptloben und Hilfsloben nach der von L. v. Buch vorgeschlagenen

[1] A. H. Foord (Carboniferous Cephalopoda of Ireland. Palaeontograph. Soc. London. 1903. p. 218) nennt den Externsattel und Externlobus „Peripheral Saddle", beziehungsweise „Peripheral Lobe".

[2] Vergl. F. v. Hauer, Cephalopoden des Salzkammergutes etc. Wien 1846. p. 2, 9, 13. — Auch P. Fischer, Manuel de Conchyliologie. 1887. I. p. 369.

Methode hat ebenso wie jene zwischen externen und internen Loben im Sinne A. d'Orbigny's nicht nur das Recht der historischen Priorität für sich. Die Hauptloben erscheinen, wenn auch nicht gleichzeitig, doch früher als die Auxiliar- und Adventivelemente. Die Grenze zwischen Lateral- und Hilfsloben scheidet zwei funktionell verschiedene Abschnitte eines Ammonitengehäuses. Wie J. v. Pia[1] betont, spaltet sich an jener Stelle das weiter außen einheitliche Gewölbe des Septums in zwei Gewölbe, die nun beiderseits des inneren Umganges bis zur Naht herunterziehen. In der Regel sind die zu beiden Seiten jener Grenze gelegenen Abschnitte der Suturlinie ziemlich verschieden gebaut. Die Trennung der einander gegenüberstehenden externen und internen Auxiliarloben — dieser von K. v. Zittel eingeführte Terminus dürfte jenem d'Orbigny's vorzuziehen sein — ergibt sich aus ihrer verschiedenen Position zum Gehäuse, desgleichen die Bedeutung des Umbilikallobus oder -sattels, der mit dem Septalumschlag zusammenfällt und so die Grenze zwischen den externen und internen Auxiliaren bezeichnet.

Zu einer durchgreifenden Reform der Einteilung und Terminologie der Suturelemente auf ontogenetischer Basis, wie sie zuerst von F. Noetling (1904/06) in Vorschlag gebracht worden ist, seither insbesondere von R. Wedekind vertreten wird, scheint mir die Zeit noch nicht gekommen zu sein. Ich werde vielmehr zu zeigen versuchen, daß die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die ontogenetische Entwicklung der Ammonitensuturen keineswegs so eindeutiger und befriedigender Art sind, daß sie zu einer Ersetzung der bisher üblichen durch eine neue, ausschließlich dem genetischen Moment Rechnung tragende Terminologie auffordern würden.

Das für unsere Kenntnis der ontogenetischen Entwicklung der Ammonitensutur grundlegende Werk sind bekanntlich Branca's „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der fossilen Cephalopoden" (Palaeontographica. XVII. 1879. p. 15–40; XVIII. 1880. p. 12–81). Eine neue Richtung wurde durch die beiden Arbeiten F. Noetling's: „Untersuchungen über den Bau der Lobenlinie von *Pseudosageceras multilobatum*" (Palaeontographica. LI. 1905. p. 155—260) und „Die Entwicklung von *Indoceras baluchistanense*. Ein Beitrag zur Ontogenie der Ammoniten" (Koken's Geol. u. Paläontol. Abhandl. XII. [VIII. N. F.] 1906) inauguriert.

Die von Noetling vorgeschlagene neue Terminologie der Suturelemente gründet sich auf die folgenden Erfahrungen. Konstant bleibt von allen Elementen der ersten Sutur, d. i. derjenigen, mit welcher die Embryonalkammer (Branca, Protoconch Hyatt)

[1] J. v. Pia, Untersuchungen über die Gattung *Oxynoticeras*. Abhandl. k. k. Geol Reichsanst. Wien. XXIII/1. 1914. p. 121.

an die erste Luftkammer angrenzt, nur der primäre Laterallobus. Alle übrigen Suturelemente entstehen entweder aus dem primären Externsattel oder Internsattel. Damit entfällt die Notwendigkeit einer Trennung von Lateralsätteln, externen und internen Auxiliarelementen, die ausnahmslos aus dem gleichen Primärelement, einem Internsattel, hervorgegangen sind. Eine abgesonderte Gruppe von Suturelementen bilden dagegen jene Loben und Sättel, deren Ursprung in dem primären Externsattel liegt. Will man die Anordnung der Suturelemente in einer Formel ausdrücken, in der die Loben mit großen, die Sättel mit kleinen Buchstaben bezeichnet sind, so müssen alle Elemente außerhalb des primären Laterallobus L die Signatur E und e, jene innerhalb des Laterallobus die Bezeichnung I und i mit einem entsprechenden Ordnungsindex tragen, der den Zeitpunkt ihres ersten Auftretens fixiert.

R. Wedekind [1] hat Noetling's Terminologie der Lobenelemente als die unter allen ihm bekannten exakteste gerühmt, da nur homologe Loben die gleiche Bezeichnung erhalten. Ich will von dem naheliegenden Einwand absehen, daß einer so komplizierten Terminologie der Loben und Sättel, die sich ausschließlich auf Ordnungsindizes gründet, in der Praxis fast unüberwindliche Schwierigkeiten erwachsen, indem man nur ausnahmsweise bei einem sehr gut erhaltenen und reichen Material in der Lage sein dürfte, von ihr Gebrauch zu machen. Ebensowenig soll hier auf die Einseitigkeit einer Bezeichnungsweise eingegangen werden, die in dem Zusammenwerfen aller Suturelemente vom Laterallobus bis zum medianen Internlobus das genetische Moment allein berücksichtigt. Es wird jedoch, wie sogleich gezeigt werden soll, durch Noetling's Verfahren nicht einmal das von ihm und Wedekind angestrebte Ziel erreicht, Suturelemente auf Grund der gleichen Bezeichnung sofort als homolog zu erkennen.

Schon A. Knapp [2] hat es als eine Inkonsequenz von seiten Noetling's gerügt, daß er dem in der zweiten Sutur aus einer Spaltung des primären Externsattels e_1 hervorgegangenen Externlobus E_2 den Ordnungsindex 2 auch nach dem Auftreten des Mediansattels m beließ. Durch das Auftreten des Mediansattels m_3 in der vierten Sutur des *Indoceras baluchistanense* zerfällt der ursprüngliche Externlobus E_2 genau so gut in zwei neue getrennte Loben E_3 und E_3, wie der primäre Externsattel e durch das Auftreten des Externlobus E_2 in der zweiten Sutur in die beiden selbständigen Sättel e_2 und e_2, die zu beiden Seiten der Medianebene symmetrisch angelegt erscheinen.

---

[1] R. Wedekind, Die Goniatitenkalke des unteren Oberdevons von Martenberg und Adorf. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin. 1913. p. 38.

[2] A. Knapp, Über die Entwicklung von *Oxynoticeras oxynotum* Quenst. Koken's Geol. u. Paläontol. Abhand. XII. (N. F. VIII.) 1908. p. 5.

Diese Inkonsequenz geht noch weiter. Wenn in unserer — fast möchte man sagen: leider — überreichen Ammonitenliteratur von paarigen und unpaarigen Loben die Rede ist, so wird nur zu häufig die Tatsache übersehen, daß nur der ungeteilte Externlobus paläozoischer Ammoniten den Charakter eines unpaarigen Elementes trägt, daß dagegen die Ausbildung eines Mediansattels ihn zu einem paarigen Element umgestaltet, indem jeder Flügel des ursprünglichen Externlobus durch die Teilung zu einem dem Laterallobus gleichwertigen, selbständigen Suturelement wird. Es ist daher notwendig, bei einem Ammoniten mit individualisiertem Mediansattel den Charakter des durch ihn geteilten, ursprünglich unpaarigen Lobus als eines nunmehr paarigen Suturstückes auch in der Terminologie der Suturlinie zum Ausdruck zu bringen und nur einen der beiden Flügel des ursprünglichen Lobus weiterhin als Externlobus zu bezeichnen. Wir sprechen ja auch von zwei getrennten Externsätteln von dem Augenblick an, da sie aus einer Teilung des primären Externsattels durch einen Externlobus zur Entwicklung gelangen. Es ist daher nur konsequent, auch von zwei Externloben zu reden, sobald die Teilung des ursprünglich unpaarigen Externlobus E_2 durch einen Mediansattel erfolgt ist.

Die Entwicklung eines dem externen Mediansattel entsprechenden Gegensattels im Internlobus erreicht niemals eine auch nur annähernd ähnliche Bedeutung, so daß der interne Mediansattel als ein selbständiges Suturelement wohl überhaupt außer Betracht bleiben kann.

In einer Formel, in der die einzelnen Suturelemente der durch die Symmetrieebene begrenzten Schalenhälfte in ihrer Reihenfolge, jedoch der Übersichtlichkeit halber durch $+$-Zeichen getrennt, in der Richtung vom Externteil zur Internseite nebeneinander geschrieben werden, muß daher das jeweilige unpaarige Suturstück in Gestalt eines Bruches mit dem Nenner 2 erscheinen, weil es durch die Symmetrieebene halbiert wird. Die Formeln für die ersten Suturen des *Indoceras baluchistanense* Noetl. lauten demgemäß in der richtiggestellten Fassung:

I. Sutur: $\frac{e_1}{2} + L_1 + \frac{i_1}{2}$

II. „ $\frac{E_2}{2} + e_2 + L_1 + \frac{i_1}{2}$

IV. „ $\frac{m_3}{2} + E_3 + e_2 + L_1 + \frac{i_1}{2}$

E_3, der definitive Externlobus, umfaßt nur die Hälfte des primären Externlobus E_2, weil der letztere infolge der Teilung durch den Mediansattel in ein paariges Suturelement umgewandelt wird.

Noetling's Terminologie, die nur die Signaturen m, E, e, L, i und I kennt, beruht auf der Voraussetzung, daß, analog den Verhältnissen bei *Indoceras*, alle Loben und Sättel zwischen dem

primären Laterallobus und dem Internlobus aus Spaltungen des primären Internsattels hervorgehen. Sie versagt jedoch vollständig bei einer großen Zahl von Ammoniten mit angustisellater Anfangskammer und liefert auch bei einigen latisellaten Ammoniten mindestens nur überaus unsichere Ergebnisse. Zunächst sollen einige Fälle der letzteren Art betrachtet werden.

Wenn man die Entwicklung der Suturlinie des *Celtites Buchii* Klipst. (*Trachyceras Klipsteinianum* Lbe) bei Branca (l. c. Palaeontogr. XXVI. Taf. V, Fig. I) verfolgt, so sieht man, daß der in der zweiten Sutur auf den Laterallobus folgende Sattel bereits vollständig außerhalb der Naht liegt und sich an jener Stelle befindet, die in der Primärsutur von dem Laterallobus selbst eingenommen wurde. Dieser Sattel scheint sonach viel eher aus einer Aufwölbung im Grunde des Laterallobus als aus einer Teilung des außerordentlich flach gespannten Internsattels hervorgegangen zu sein. Noch besser wäre es vielleicht, um Mißverständnisse zu vermeiden, die aus der Einführung von Zeitwörtern der Betätigung in diese Beschreibung entspringen könnten, zu sagen: Der auf den Externsattel nabelwärts folgende Sattel in der zweiten Sutur nimmt die Position des Lobengrundes im primären Laterallobus, nicht jene der äußeren Hälfte des Sattelkopfes im primären Internsattel ein. So faßt auch Branca selbst den Sachverhalt auf, indem er in Fig. II c den Sattel direkt in den Laterallobus einzeichnet. Ich erachte mich daher für berechtigt, auf Grund der Autorität Branca's den Lobenformeln Noetling's für die beiden ersten Suturen des *Celtites Buchii* die folgenden Formeln entgegenzustellen:



Fig. 1.
I. und II. Sutur von *Celtites Buchii* Klipst. Nach Branca.

$$\text{I. Sutur: } \frac{e_1}{2} + L_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

$$\text{II. „ } \frac{E_2}{2} + e_2 + L_2 + l_2 + L_2 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

Bei *Tropites subbullatus* Hau. zieht nach Branca's Darstellung (l. c. Taf. V, Fig. II b, c, g) die Sutur vom Laterallobus in einer ganz flach gebuchteten Linie zur Medianebene. Hier kann von einem Internsattel wohl überhaupt nicht gut die Rede sein, da zwischen dem Laterallobus und dem außerordentlich flachen Internlobus keine Aufwölbung der Sutur erkennbar ist. Die Formel für die Primärsutur des *Tropites subbullatus* ist daher zu schreiben: $\frac{e_1}{2} + L_1 + \frac{I_1}{2}$. Es ist nun lediglich Sache persönlicher Auffassung, wie man den in der zweiten Sutur sich einstellenden Sattel zwischen

L und *I* benennen will. Da er, wie BRANCA's Darstellung zeigt, außerhalb der Naht liegt, sehe ich kein Hindernis, ihn als Lateralsattel und nicht als Internsattel anzusprechen und schreibe demgemäß die Formel für die zweite Sutur des *Tropites subbullatus:*

$$\frac{E_2}{2} + e_2 + L_2 + l_2 + \frac{I_1}{2}$$

BRANCA's Darstellung der Lobenlinie des *Margarites Jokelyi* HAU. zeigt eine aus sechs (beziehungsweise im ganzen Septum zehn) Elementen bestehende Primärsutur. Ich glaube, sie am besten durch die Formel:

$$\frac{e_1}{2} + L_1 + l_1 + L_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

ausdrücken zu können, weil der kleine, die Abflachung des bei der Mehrzahl latisellater Ammoniten einheitlichen Laterallobus bewirkenden Sattels in diesem Lobus genau dieselbe Position einnimmt, wie ein in statu nascendi befindlicher Mediansattel im Externlobus. Allerdings gilt diese Formel nur unter der Voraussetzung, daß hier wirklich ein wenn auch sehr kleiner Sattel im Laterallobus und nicht etwa eine Täuschung durch die Wölbung der Sutur in der Schalenoberfläche vorliegt.

Am wenigsten entspricht die Suturlinie des *Proarcestes bicarinatus* MSTR. (*Arcestes Maximiliani Leuchtenbergensis* KLIPST.) NOETLING's theoretischen Voraussetzungen, denen zufolge der Lateralsattel stets aus einem Zerfall des Internsattels hervorgehen soll. BRANCA's Zeichnung (l. c. Taf. VII, Fig. I g, h und d) läßt gar keine andere Deutung als jene zu, daß aus dem primären Laterallobus

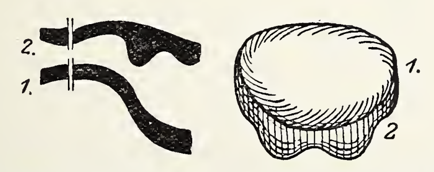


Fig. 2. Die beiden ersten Suturen des *Proarcestes bicarinatus* MUENST. Nach BRANCA.

der ersten Sutur in der zweiten Sutur ein Lateralsattel entstanden ist, und zwar derart, daß der eigentliche, spitz zulaufende Lobus zum zweiten Laterallobus wird, der erste Lobus der zweiten Sutur hingegen einer Einsenkung in der vom primären Laterallobus zum Externsattel ziehenden Flanke entspricht. Die Suturlinie erfährt also hier vom ersten zum zweiten Septum folgende Umgestaltung:

I. Sutur: $\frac{e_1}{2} + L_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$

II. „ $\frac{E_2}{2} + e_2 + L_2 + l_2 + L_2 + i_1 + \frac{I_1}{2}$,

d. h. es müssen zwei Loben die Signatur L und der zwischen ihnen aufragende Sattel somit die Signatur l tragen. Beide Loben dürfen wohl nur als Lateralloben bezeichnet werden, selbst wenn man, Noetling's Methode entsprechend, ausschließlich das genetische Moment in der Terminologie der Suturlinie berücksichtigt.

Solange Branca's Beobachtungen nicht als irrtümlich widerlegt sind, halte ich daher an der Meinung fest, daß in den Anfangsstadien der Entwicklung latisellater Ammoniten neue Suturelemente nicht nur aus den Extern- und Internsätteln, sondern auch gelegentlich aus den Lateralloben hervorgehen können, die dann konsequenterweise die Signatur l tragen müssen.

Außer Zweifel zu stehen scheint mir das Auftreten primärer Lateralsättel bei der Mehrzahl der Ammoniten mit angustisellater Embryonalkammer. Die Primärsutur derselben ist nach Branca's Angabe charakterisiert durch das Auftreten von zwei ersten Seitenloben und Seitensätteln neben dem bald breiteren bald schmäleren Externsattel, ferner eines primären Internlobus und zweier Internsättel. Dazu kommen noch, mehr oder weniger deutlich ausgeprägt, zwei erste interne Seitenloben (l. c. p. 27). Eine solche Primärsutur besteht aus acht (bezw. im ganzen zehn) Elementen. Ihre Formel lautet:

$$\frac{e_1}{2} + L_1 + l_1 + S_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

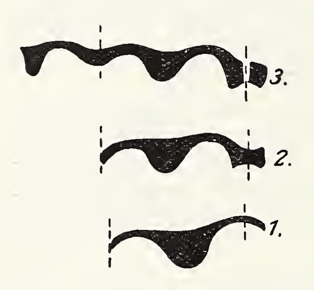


Fig. 3. I., II. und VII. Sutur von *Coeloceras crassum* Phil. Nach Branca.

In dieser Formel müssen als primäre Elemente erster Ordnung nicht nur der Lateralsattel l, sondern auch der interne Laterallobus (Branca) S mit besonderen Signaturen versehen werden, wofern man es nicht vorzieht, den bald infraumbilikal, bald umbilikal gelegenen Lobus γ in Branca's Darstellung der Suturlinie des *Coeloceras crassum* Phil. (l. c. Taf. XII, Fig. I c) [1] als unteren Laterallobus im Sinne L. v. Buch's zu betrachten und mit der Signatur L' zu bezeichnen. Eine solche Auffassung ließe sich insbesondere dann rechtfertigen, wenn man beide Loben L und L' mit Einschluß des sie trennenden Sattels l als dem primären Laterallobus L latisellater Ammoniten homolog ansehen wollte.

Bei einer Reihe angustisellater Ammoniten geht der Lateralsattel l durch die auf die Primärsutur folgenden Suturlinien unverändert hindurch, bleibt also ein dauernder Bestandteil derselben. Man vergleiche Branca's Darstellung der ersten Suturlinien von

---

[1] S bei Noetling. Palaeontographica. LI. p. 174.

Sphingites cf. *Meyeri* Klipst. (l. c. Taf. VIII, Fig. II b), *Amaltheus* sp. ind. (Taf. X, Fig. II), *Hecticoceras lunula* Ziet. (Taf. XI, Fig. III), *Coeloceras crassum* Phil. (Taf. XII, Fig. I c, g, h), *Cosmoceras ornatum* Schloth. (Taf. XII, Fig. IV), *Perisphinctes curvicosta* Opp. (Taf. XIII, Fig. I), *Peltoceras arduennense* Orb. (Taf. XIII, Fig. IV) und *Aspidoceras perarmatum* Sow. (Taf. XIII, Fig. VI). Bei allen genannten Formen bleiben, wie Branca betont, die beiden ersten Seitenloben und Seitensättel auch in den auf die Primärsutur folgenden Lobenlinien vollständig ausgebildet. Eine größere Zahl von Komponenten ergibt sich in den letzteren durch den Zerfall des Externsattels, so daß die Zahl der Suturelemente auf neun (im ganzen zwölf) steigt.

Ähnlich verhalten sich auch *Baculites chicoensis* Trask [1], *Lytoceras alamadense* Smith [2] und *Schloenbachia oregonensis* Anders. [3], soweit sich das an der Hand des von J. P. Smith veröffentlichten Illustrationsmaterials beurteilen läßt.

In dem Kapitel „Theorie der Differenzierung der Lobenlinie bei den Ammoniten" (Palaeontogr. LI. p. 174) nimmt Noetling zu einer anderen Deutung der von Branca beobachteten Verhältnisse seine Zuflucht. „Die Deutung der beiden Loben zwischen Intern- und Externsattel" — meint er —, „die wiederum durch einen Sattel geschieden sind, stößt auf Schwierigkeiten. Es wäre anscheinend am einfachsten, dieselben als ersten und zweiten Laterallobus zu deuten. Diese Auffassung ist jedoch entschieden unrichtig, wie sich aus Branca's Abbildungen ergibt. Sie wird auch durch die Weiterentwicklung der Lobenlinie und durch die Beobachtung, daß der wirkliche zweite Laterallobus durch Spaltung des Internsattels i_1 entsteht, widerlegt."

Inwiefern sich die Unrichtigkeit dieser Auffassung, die mir die allein zutreffende zu sein scheint, aus Branca's Abbildungen ergeben soll, wird von Noetling verschwiegen. Daß in der Primärsutur der oben genannten Formen zwischen dem Internsattel und dem Lateralsattel ein Lobus tatsächlich vorhanden ist, steht außer Zweifel. Man könnte nur darüber diskutieren, ob man ihn als internen Laterallobus (Branca), zweiten Laterallobus (S) oder Umbilikallobus bezeichnen soll. Bei keiner einzigen der genannten Arten geht ein wirklicher zweiter Laterallobus aus einer Spaltung des primären Internsattels hervor, bei allen persistiert vielmehr der zweite Seitenlobus S der Primärsutur und rückt, indem er allmählich von der Naht gegen die Flanken sich vorschiebt, auch

[1] J. P. Smith, Larval coil of *Baculites*. Amer. Naturalist. XXXVI. No. 409. Boston. 1910. p. 41. Pl. A, B.

[2] J. P. Smith, The development of *Phylloceras* and *Lytoceras*. Proceed. Californ. Acad. Sci. 3. ser. Vol. I. No. 4. San Francisco. 1898.

[3] J. P. Smith, Larval stages of *Schloenbachia*. Journ. of Morphology. XVI. 1899. p. 10. Pl. A—E.

seiner Position nach zum zweiten Laterallobus vor. Noetling ignoriert diese Tatsache ebenso vollständig wie die Verhältnisse der Lobenspaltung bei *Proarcestes bicarinatus*. Er behauptet vielmehr (l. c. p. 174), daß die Einsenkung zwischen dem kleinen Sattel *l* und den Internsätteln nicht als die Anlage eines primären Lobus gedeutet werden könne. „Dieselbe verschwindet später nämlich sehr rasch, indem sie sich ausfüllt, und der ursprünglich getrennte Sattel verschmilzt vollständig mit dem Internsattel, aus dem dann wieder durch sekundäre Teilung der zweite Laterallobus hervorgeht."

Noetling hat hier ausschließlich jenen, keineswegs die Regel darstellenden Fall der Vereinfachung der zweiten Sutur gegenüber der Primärsutur im Auge, den Branca ausführlich besprochen (l. c. p. 30) und in seinen Darstellungen der Entwicklung der Lobenlinien bei *Phylloceras heterophyllum* Sow. (l. c. Taf. IX, Fig. I), *Arietites spiratissimus* Quenst.[1] (Taf. IX, Fig. V), *Aegoceras planicosta* Sow. (Taf. X, Fig. IV), *Hammatoceras insigne* Buch (Taf. X, Fig. VI) und *Cymbites globosus* Quenst. (Taf. XII, Fig. V) illustriert hat. Die Vereinfachung der gelegentlich auf der Primärsutur „reitenden"[2] zweiten Sutur erfolgt allerdings durch Verschmelzung mehrerer in der ersteren getrennt angelegter Elemente, aber keineswegs in so einfacher und regelmäßiger Weise, wie Noetling annimmt.

Die von Noetling in erster Linie zum Beweise herangezogene Suturentwicklung des *Phylloceras heterophyllum* Sow. kann in diesem Sinne wohl überhaupt nicht verwendet werden, da hier die zweite

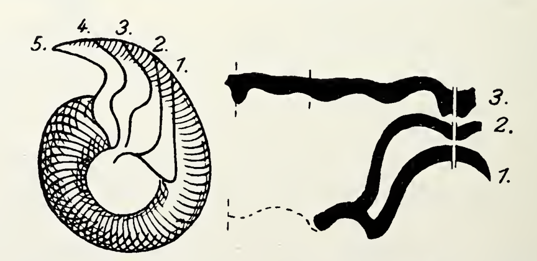


Fig. 4. Die drei ersten Suturen des *Phylloceras heterophyllum* Sow. Nach Branca.

Sutur auf der ersten reitet, mithin unvollständig ist. Sie enthält überhaupt nur den durch den neu auftretenden Externlobus E_2 in die beiden Sättel e_2 und e_2 geteilten Externsattel e_1, ferner die Ansätze des Laterallobus L_1 aus der Primärsutur, dagegen gar

[1] Nicht *Arietites Conybeari*, wie Noetling angibt.
[2] W. Branca, l. c. p. 31.

keine internen Elemente. Man kann also auch von keiner Verschmelzung des Lateralsattels mit dem Internsattel sprechen. In der dritten Sutur erscheinen l und S in der gleichen Position wie in der Primärsutur. In der zweiten Sutur läßt sich ihr Fehlen am einfachsten aus der Tatsache erklären, daß das zweite Septum überhaupt nur die äußere Hälfte des Gehäuses bis zum Laterallobus abkammert.

Für einige jener Ammoniten mit angustisellater Embryonalkammer, deren zweite Sutur auf der ersten reitet, ist das Auftreten eines primären Lateralsattels l und eines zweiten Laterallobus S bestritten worden, so für *Indoceras baluchistanense* von Noetling und für *Oxynoticeras oxynotus* von Knapp. Bei der erstgenannten Art besteht die Primärsutur, Noetling's Ausführungen zufolge (Paläont. Abhandl. l. c. p. 35), nur scheinbar aus acht Elementen, nämlich drei Sätteln und zwei Loben auf der externen, einem Sattel und zwei Loben auf der internen Seite der Anfangskammer. Doch ist der scheinbare Lateralsattel nicht als solcher zu deuten, da er nur „einer Art Wölbung der Oberfläche der Embryonalblase entspricht, welche den Drehpunkt darstellt, um den herum sich die späteren Septen anlegen."

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse nach der Darstellung Knapp's[1] bei *Oxynoticeras oxynotus* Quenst. „Wie bei *Indoceras baluchistanense* sieht man auch hier genau, daß der scheinbare Seitensattel nur eine Linie ist, die sich um den Drehpunkt der Schale herumlegt, in Wirklichkeit also keinen Sattel, sondern nur den durch die Drehung der Schale veränderten Laterallobus L darstellt." Noetling schreibt daher die Formel der Primärsutur von *Indoceras*: $e_1 + L_1 + i_1$, Knapp jene der Primärsutur von *Oxynoticeras*: $e_1 + L_1 + i_1 + I_1$.

Noetling's Beweisführung für seine Auffassung, die sich auf die Anlage der nächsten Kammer und die Gestalt des zweiten Septums stützt, ist keineswegs einleuchtend. Auch an den nach Branca's Originalen von A. Krantz angefertigten Gipsmodellen des *Phylloceras heterophyllum* konnte ich nicht die Überzeugung gewinnen, daß das Bild eines Lateralsattels nur durch eine der Wölbung der Oberfläche entsprechende Drehung der Suturlinie zustande kommt. Immerhin will ich zugeben, daß man über diese Frage verschiedener Meinung sein kann. Die winzigen Dimensionen des Objektes, das nur einer Beobachtung im auffallenden Licht zugänglich ist, machen eine Entscheidung ungemein schwierig. Auf alle Fälle jedoch muß man sich vor Augen halten, daß Noetling's Einwand gegen die Selbständigkeit des primären Lateralsattels auf angustisellate Ammoniten vom Typus des *Coeloceras crassum* keine Anwendung findet und daß die beiden Typen angusti-

[1] A. Knapp, l. c. p. 10 (224).

sellater Ammoniten, die durch *Coeloceras crassum* einerseits und *Phylloceras heterophyllum* anderseits vertreten werden, nach Branca selbst durch Übergänge miteinander verbunden sind.

Ob Primärsuturen wie jene des *Simbirskites Decheni* Koen., bei denen Wedekind[1] keine Andeutung eines Lateralsattels finden konnte, überhaupt noch als angustisellat im Sinne Branca's bezeichnet werden dürfen, möchte ich fast bezweifeln. Die Gestalt des schmal gerundeten Externsattels scheint mir dafür nicht auszureichen.

Eine Untersuchung der durch Vereinfachung von der Primärsutur unterschiedenen Suturlinien einiger angustisellater Ammoniten, bei denen die zweite Sutur keineswegs wie bei *Phylloceras heterophyllum, Indoceras baluchistanense, Oxynoticeras oxynotus* oder *Simbirskites Decheni* auf der ersten reitet, hat mich gleichfalls zu wesentlich anderen Ergebnissen als Noetling geführt. Seinen Angaben zufolge soll der zweite Laterallobus der Primärsutur S durch Verschmelzung des Lateralsattels l mit dem Internsattel i verschwinden und der wirkliche, definitive Lateralsattel erst in der dritten Sutur aus einer Teilung von i hervorgehen.

Betrachten wir die Verhältnisse bei *Arietites spiratissimus* Quenst. (Branca, l. c. Taf. IX, Fig. V g, h, i), so sehen wir, daß in der zweiten Sutur überhaupt nicht der primäre zweite Laterallobus, S, sondern der erste, L, von dem zu riesiger Breite anwachsenden

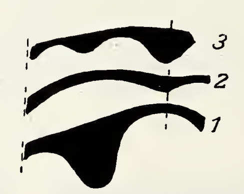


Fig. 5. Die drei ersten Suturen von *Arietites spiratissimus* Quenst. Nach Branca.

Externsattel e_2 verschlungen wird und daß der letztere auch mit dem Lateralsattel l verschmilzt. In der dritten Sutur wird der ursprüngliche Laterallobus L durch Zerfall des Externsattels wiederhergestellt. Die Formeln dieser drei Suturlinien sind daher folgendermaßen zu schreiben:

$$\text{I. Sutur:}\quad \frac{e_1}{2} + L_1 + l_1 + S_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

$$\text{II. „}\quad \frac{E_2}{2} + e_2\left[\frac{e_1}{2} + L_1 + l_1\right] + S_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

$$\text{III. „}\quad \frac{E_2}{2} + e_3 + L_3 + l_3 + S_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

[1] R. Wedekind, Über die Lobenentwicklung der Simbirskiten. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin. 1910. p. 101.

Ähnlich spielt sich die Entwicklung der Suturlinie bei *Cymbites globosus* Quenst. (Branca, l. c. Taf. XII, Fig. V) ab, nur mit dem Unterschiede, daß bei dieser Spezies schon im Externlobus der dritten Sutur ein Mediansattel auftritt. Während also die Formeln der ersten und zweiten Sutur mit jenen für *Arietites spiratissimus* übereinstimmen, lautet die Formel der dritten Sutur:

$$\frac{m_3}{2} + E_3 + e_3 + L_3 + l_3 + S_1 + i_1 + \frac{I_1}{2}$$

Ein wesentlich anderes Verhalten zeigt die Entwicklung der Suturlinie bei *Scaphites nodosus* Owen nach den Darstellungen von W. D. Smith [1]. In der zweiten Sutur tritt ein sehr flacher



Fig. 6. I., II. und III. Sutur des *Scaphites nodosus* Owen. Nach D. W. Smith.

Laterallobus an Stelle des primären Laterallobus und Lateralsattels. Aus dem Boden dieses Laterallobus, $L_2 [L_1 + l_1]$, wölbt sich in der dritten Sutur neuerdings ein kleiner flacher Lateralsattel l_3 empor, dann erst folgen Internsattel und Internlobus.

In keinem dieser Fälle läßt sich eine Entstehung des Lateralsattels aus dem Internsattel im Sinne der Annahme Noetling's nachweisen. Es ist demzufolge auch nicht möglich, mit einer so geringen Zahl von Signaturen, wie bei *Indoceras*, das Auslangen zu finden. Selbst wenn man bei der Einteilung und Terminologie der Suturelemente ausschließlich das genetische Moment in Rücksicht zieht, wird man nicht umhin können, in gewissen Fällen einen Lateralsattel, ja sellbst einen zweiten Laterallobus oder internen Laterallobus als primäre Elemente anzuerkennen.

A. Knapp [2] hat in seiner Studie über die Entwicklung des *Oxynoticeras oxynotus* sich den Anschauungen Noetling's in den wesentlichen Punkten angeschlossen und auch seine Terminologie — von einer einzigen Ausnahme abgesehen — angenommen. Er wendet sich nämlich gegen die Einführung einer besonderen Signatur m für den Mediansattel, da auch dieser zu den aus einer

---

[1] W. D. Smith, The development of *Scaphites*. Journal of Geology. Chicago. XIII. 1905. p. 945 (insbes. Fig. III/1).

[2] Palaeontographica, l. c. p. 159.

Differenzierung des primären Externsattels e_1 hervorgegangenen Elementen gehört. Da er jedoch als ein aus dem Externlobus durch Emporwölben des Lobenbodens entstandener Sattel von den aus einer Sattelspaltung hervorgegangenen Sätteln genetisch verschieden ist, schlägt KNAPP vor, ihn mit einem gotischen Buchstaben zu bezeichnen und diese Bezeichnung für alle Suturelemente anzuwenden, „welche in ähnlicher Weise, nämlich durch Emporwölben des Lobusbodens entstehen, also von den eigentlichen Spaltungselementen genetisch verschieden sind“ (l. c. p. 4).

Mit dieser Absicht, den Unterschied zwischen Wölbungs- und Spaltungssätteln aus deren Bezeichnungsweise ersichtlich zu machen, harmoniert es indessen schlecht, wenn KNAPP in der Suturformel für *Indoceras* nicht nur den neugebildeten Mediansattel, sondern auch den Externlobus, aus dem er hervorgegangen ist, mit gotischen Buchstaben bezeichnet und die Lobenformel der achten Sutur:

$$\mathfrak{e}_3 + \mathfrak{E}_3 + e_2 + L_1 + i_4 + I_4$$

schreibt, da doch die Genesis des Externlobus als eines aus der Spaltung des primären Externsattels e_1 hervorgegangenen Suturelements (E_2) nicht durch die spätere Entstehung eines Mediansattels nachträglich verändert werden kann.

Daß die Konsequenz der auf das genetische Moment gegründeten Bezeichnungsweise NOETLING's durch die Einführung eines besonderen Zeichens für den Mediansattel durchbrochen wird, ist unbedingt zuzugeben. Aus praktischen Gründen dürfte sich jedoch die Beibehaltung der Signatur *m* empfehlen, insbesondere, wenn in einer Formel der Suturen eines Ammoniten mit hochspezialisierten Loben der Unterschied zwischen mediosellaten und externolobaten Adventivelementen zum Ausdruck gebracht werden soll.

In NOETLING's und KNAPP's theoretischen Erörterungen über die Differenzierung der Ammonitensutur fällt mir ein Punkt besonders auf, die von beiden Forschern für notwendig erachtete Erklärung angeblicher Sprünge in der Entwicklung der Suturlinie. Ontogenetische Untersuchungen der Ammonitensuturen haben gezeigt, daß bestimmte Lobenelemente in sehr verschiedenen Stadien der individuellen Entwicklung zum erstenmal auftreten. Bei *Indoceras baluchistanense* erscheint der mediane unpaarige Internlobus erst in der achten Sutur als ein Element vierter Ordnung, bei *Polycyclus Henseli* OPP. und *Oxynoticeras oxynotus* QUENST. hingegen als ein primäres Element schon in der Sutur der Embryonalkammer. NOETLING meint, aus der Form dieser Primärsutur ließe sich folgern, daß ihr bei *Polycyclus Henseli* eine noch ältere mit vier Elementen vorausgegangen sein müsse. Bei *Indoceras* beginnt der Mediansattel mit einer in der vierten Sutur anhebenden Emporwölbung des Bodens im Externlobus E_2. Bei *Oxynoticeras* dagegen wird bereits in der zweiten Sutur der Externsattel e_1 der Primärsutur

durch einen tiefen, von einem Mediansattel geteilten Externlobus abgelöst. Auch in diesem Falle nimmt KNAPP (l. c. p. 11) an, daß ein ungeteilter Externlobus bereits früher vorhanden gewesen sein müsse, da nur durch Emporwölben des Lobengrundes in einem bereits vorhandenen Lobus der Mediansattel entstanden sein könne.

Mit solchen Annahmen wird das Gebiet exakter Forschung meines Erachtens vollkommen verlassen. Die Ammonitensutur ist eine Linie, der entlang das Septum an die Innenwand der Ammonitenschale anschließt. Wenn in der Beschreibung der Veränderungen, die eine solche Linie in aufeinanderfolgenden Stadien erfährt, Verba der Betätigung angewendet werden, indem von einem Emporwölben des Lobengrundes im Externlobus oder von der Eintiefung eines Lobus im primären Internsattel gesprochen wird, so darf man doch nicht an einen realen Umbildungsprozeß mit allen seinen Zwischenstadien denken. Man wird doch nicht im Ernst glauben wollen, es habe sich wirklich der Lobengrund im Externlobus einer bestimmten Sutur allmählich emporgewölbt und so den Mediansattel in der nächstfolgenden Sutur gebildet. Da die einzelnen Septen mit ihren Suturen ruckweise in Zeitintervallen von recht verschiedener Länge zur Bildung gelangen — man beachte das Verhalten bei angustisellaten Ammoniten —, so sind Sprünge in der Entwicklung der Suturen unvermeidlich. Das Ausmaß dieser, selbstverständlich durch keinerlei Übergänge überbrückten Sprünge hing lediglich von der spezifischen Disposition des die Septen absondernden Ammonitentieres ab.

Warum sollte ein Ammonitentier seine zweite Sutur nicht sogleich mit Externlobus und Medianhöcker ausgestattet bilden können und dazu erst des Umweges über ein vorausgehendes Stadium mit ungeteiltem Externlobus bedürfen? Warum darf der Internlobus bei *Polycyclus* nur deshalb kein primäres Suturelement sein, weil er es bei *Indoceras* nicht ist? Theoretische Kombinationen solcher Art, die aus einer maßlosen Übertreibung deszendenztheoretischer Vorstellungen entspringen, haben nicht den geringsten positiven Wert, obwohl sie leider zum eisernen Bestande der modernen Paläobiologie zu gehören scheinen.

An der Weiterbildung einer Theorie der Differenzierung der Lobenlinie auf der Grundlage der Untersuchungen NOETLING's hat in den letzten Jahren insbesondere R. WEDEKIND[1] gearbeitet. Er

[1] R. WEDEKIND, Die Goniatitenkalke des unteren Oberdevon von Martenberg bei Adorf. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin. 1913. p. 23—77. — Beiträge zur Kenntnis des Oberdevons am Nordrande des Rheinischen Gebirges. 2. Zur Kenntnis der Prolobitiden. N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. I. p. 78—95. — Beiträge zur Kenntnis der obercarbonischen Goniatiten. Mitteil. aus dem Museum der Stadt Essen. I. 1914. p. 5—23. — Über Lobus, Suturallobus und Inzision. Dies. Centralbl. 1916. p. 185—195.

hat auch eine NOETLING's Terminologie gegenüber vereinfachte Bezeichnungsweise der Lobenelemente in Vorschlag gebracht.

In WEDEKIND's Suturformeln finden nur die Loben Platz, indem er von der Annahme ausgeht, daß durch die Angabe der Loben auch die Sättel bestimmt seien. Als primäre Elemente werden der Laterallobus L, der Externlobus E[1] und der Internlobus I angesehen. Die ursprüngliche Lage des primären Laterallobus als umbonal, subumbonal oder lateral läßt sich durch Anfügung eines kleinen Buchstabens (L_u, L_s, L_l) ausdrücken. Den nabelwärts zwischen L und I gelegenen Teil der Septalfläche nennt WEDEKIND „Umschlag" und bezeichnet demgemäß alle aus einer Spaltung des primären Internsattels hervorgegangenen Loben als „Umschlagloben" mit der Signatur U und den dem Zeitpunkt ihrer Entstehung entsprechenden Ordnungsindizes. Desgleichen werden Mediansättel, bezw. Adventivsättel durch die sie teilenden Loben mit den Signaturen M, bezw. A bezeichnet.

Eine Kritik dieser Terminologie erscheint mir nach verschiedenen Richtungen hin gerechtfertigt. (Schluß folgt.)

[1] WEDEKIND's Behauptung (dies. Centralbl. 1916. p. 186), der Außenlobus E sei durch die randlich ventrale Lage des Sipho bedingt, steht mit dem Auftreten dieses Lobus bei Nautiloideen und intrasiphonaten Clymenien im Widerspruch. Auch verträgt sich ein zuweilen mächtig entwickelter Mediansattel sehr wohl mit der randlich ventralen Lage des Sipho extrasiphonater Ammoniten.

Mitteilung.

Die Königliche Bergakademie in Berlin ist vom 1. Oktober d. J. ab an die Königliche Technische Hochschule zu Berlin (Charlottenburg, Berliner Straße 171/172) als besondere „Abteilung für Bergbau" angegliedert und mit Einschluß der Hauptbestände des bisherigen „Museums für Berg- und Hüttenwesen" in einen neuen westlichen Erweiterungsbau der Technischen Hochschule (Charlottenburg, Berliner Straße Nr. 170), sowie in neue Laboratoriumsgebäude (Hardenbergstraße Nr. 34) übergesiedelt.

Ihre neue Anschrift lautet: „Königliche Technische Hochschule zu Berlin, Abteilung für Bergbau, Charlottenburg".

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Können die Tektite als Kunstprodukte gedeutet werden?

Von **Franz E. Suess.**

Vor zwei Jahren suchte ich in einer zusammenfassenden Übersicht zu zeigen, wie sich die neueren Erfahrungen über die Tektite anpassen an die Vorstellung der kosmischen Herkunft dieser Gläser[1]; ältere Gründe gegen deren Herleitung von irdischen Vulkanen konnten durch neue gestützt werden.

Die seinerzeit von Makowsky vertretene Anschauung, daß eine der Tektitgruppen, und zwar die Moldavite, Nebenprodukte aus alten Glasschmelzen seien, habe ich nicht mehr berücksichtigt; denn Meinungen dieser Art waren in den letzten Jahren verstummt, und ich glaubte nicht, daß dieser — anscheinend überwundene — Erklärungsversuch noch einmal vorgebracht werden würde.

Da nun jüngst einer der besten Kenner der Meteoriten, Prof. F. Berwerth[2], in einer viel gelesenen Fachzeitschrift die Lösung des „Tektitproblems“ von einer fachmännischen Prüfung der Tektite auf „Kunstprodukte“ erwartet und sich versucht fühlt, die Australite für „mögliche Nebenprodukte irgend eines Schmelzprozesses“, für die „einzigen Überreste einer auf den australischen Ländern in einer weit zurückliegenden Urzeit bestandenen Kulturepoche“ zu halten, sehe ich mich veranlaßt, alle in Betracht kommenden Tatsachen auch nach diesem Gesichtspunkte zu erläutern. Die wichtigsten Gründe für und wider diese Anschauung waren natürlich schon zur Zeit meiner ersten Publikation über den Gegenstand wohl erwogen worden[3]. Was ich hier gebe, sind vornehmlich die alten Gründe z. T. in vervollständigter und — wie ich glaube — verbesserter Fassung. In manchen Punkten, namentlich hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit, gestatten unsere heutigen Kenntnisse ein noch bestimmteres Urteil als damals. Die Ausführungen werden zugleich zeigen, daß Berwerth in seinen kurzen Bemerkungen die Eigenschaften der Tektite nicht richtig gekennzeichnet hat.

---

[1] Rückschau und Neueres über die Tektitfrage. Mitteil. d. geol. Ges. in Wien. 7. 1914. p. 51.

[2] F. Berwerth, Fortschritte der Meteoritenkunde seit 1900. In Fortschritte der Mineralogie etc., herausgeg. im Auftrage der Mineralog. Ges. von G. Linck. Jena 1916. p. 288.

[3] Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien. 50. 1900. p. 193. — Weitere Tektitliteratur habe ich hier nicht genauer zitiert; ich verweise auf die Literaturverzeichnisse in meinen beiden hier angeführten Arbeiten.

Verbreitung. Die drei Haupttektitgruppen, Moldavite, Billitonite und Australite, sind über bestimmte große Gebiete verbreitet und fehlen in anderen Erdteilen. Die Moldavite finden sich ziemlich häufig in einer Zone bei Budweis in Südböhmen und an gewissen Stellen in Südmähren. Ausläufer reichen vielleicht bis Niederösterreich und bis in die Gegend von Graz, doch ist für die vereinzelten Stücke Verschleppung nicht ausgeschlossen.

Die wichtigsten Fundpunkte der Billitonite befinden sich auf der malayischen Halbinsel, auf Billiton und im Natuna-Archipel; die östlichsten Funde, im südlichen Borneo, ergänzen die Zone auf eine Länge von ca. 1500 km. Australite fand man an vielen Punkten quer über den ganzen Süden des australischen Kontinentes verstreut und in Tasmanien. Die Fundstücke der einzelnen Gebiete sind nach Gestalt und chemischer Zusammensetzung vortrefflich charakterisiert; sie können niemals untereinander verwechselt werden.

Kein Produkt alter menschlicher Kultur zeigt ein so eigentümliches, einerseits weltweites und anderseits doch launisches, auf große Zonen beschränktes Vorkommen. Es steht in keiner Beziehung zu irgendwelchen ethnographischen oder kulturgeographischen Bezirken älterer oder neuerer Zeit.

Sollte man annehmen, daß die überaus schwierige Technik, Gläser von höchstem Schmelzpunkt zu erzeugen, in den drei ethnographisch so gänzlich heterogenen Gebieten Böhmen, Malayischer Archipel und Südaustralien in ferner Urzeit dreimal selbständig entstanden sein sollte, während die übrigen Erdteile davon freigeblieben sind? Zwischen den drei Haupttektitgebieten wird kaum eine andere Beziehung aufzufinden sein als der reine Zufall; und als zufällig, weil in ihren Bedingungen nicht übersehbar, betrachten wir die Örtlichkeiten, an denen Meteoritenschwärme niedergehen.

Lagerung und Alter. Bisher sind Moldavitstücke zweimal an prähistorischen Kulturstätten gefunden worden. Ein kleines gefurchtes Stück und ein „Geschiebe“ von Moldavit hatte Herr J. Knies in einer der zahlreichen neolithischen Stationen Westmährens, und zwar unweit Oslawan zusammen mit zahlreichen behauenen Splittern von dunklem Obsidian, bemalten Gefäßen und Werkzeugen aller Art gefunden[1]. Zwei bis drei Wegstunden von diesem Punkte finden sich die Moldavite häufiger auf ihrer natürlichen Lagerstätte in den Schottern.

Der zweite Fund stammt aus der reichen paläolithischen Lagerstätte des Löß von Willendorf an der Donau in Niederösterreich. J. Bayer hat sie ausgebeutet und beschrieben. Von dort stammt auch die merkwürdige weibliche Skulptur aus weißem Marmor, die

[1] J. Palliardi, Die neolithischen Ansiedelungen mit bemalter Keramik in Mähren und Niederösterreich. Mitteil. d. prähistor. Kommission d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1. No. 4. 1897. p. 249.

unter dem Namen der Venus von Willendorf in der Literatur bekannt geworden ist. Zusammen mit zahlreichen Splittern und Werkzeugen der Aurignacienkultur fanden sich dort drei künstlich abgesprengte Moldavitsplitter. Der Mensch der Steinzeit hatte augenscheinlich auch an diesem auffallenden Stoffe seine Kunst versucht.

Nichts wird gemeldet von irgendeiner Häufung der Moldavite an sonstigen alten Kulturstätten. In beiden angeführten Fällen waren die durch ihre Farbe und Durchsichtigkeit auffälligen Steine vom Menschen verschleppt worden, und zwar das eine Mal in der älteren und dann wieder in der jüngeren Steinzeit.

Die eigentlichen Fundstätten der Moldavite sind gewisse Stellen und Zonen in den ausgedehnten Schotterflächen auf dem böhmisch-mährischen Hochlande und am Rande des Tertiärbeckens von Budweis. Das genaue Alter dieser Schotter wird nicht leicht festzustellen sein. Es wurde seinerzeit nach Ähnlichkeit und anscheinenden Übergängen auf Beziehungen zu den Sanden und Schottern mit *Oncophora socialis* bei Oslawan und Mährisch-Kromau geschlossen und ein mittelmiocänes Alter der Schotter vermutet.

Seither hat man noch gelernt, die morphologischen Verhältnisse besser zu beurteilen. Die mährischen Moldavitschotter liegen auf der miocänen Abrasionsterrasse; ihre Aufschüttung mag dem Rückzuge des mittelmiocänen Meeres bald gefolgt sein. Sicherlich sind sie älter als die epigenetischen Flußtäler der Iglawa, Oslawa u. a., welche in die Hochflächen tief eingesenkt sind und da und dort in örtlichen Talweitungen von niedrigen diluvialen Schotterterrassen begleitet werden.

Die Moldavitschotter sind demnach mittel- oder jungtertiär und ganz sicher vordiluvialen Alters.

J. N. Woldřich meldete vor Jahren einen Fund von drei Moldavitstücken aus „konglomeratartig verbundenem Gerölle“ über tertiärem Sand, 50 cm unter der Oberfläche bei Radomilitz in Böhmen; und Dvorský einen solchen aus einer Schottergrube von Daleschitz in Mähren aus 2 m Tiefe. An Sammlungsstücken von Moldaviten haftet oft noch der verhärtete Sand aus den Bänken des ursprünglichen Lagers. Viele Stücke sind in der gleichen Weise abgerollt wie die Quarz- und Grundgebirgsgerölle des Schotters.

Wenn auch die Einreihung der Moldavit führenden Schotter in einen engeren stratigraphischen Horizont noch nicht durchgeführt werden kann, so ist doch nach unseren heutigen Kenntnissen mit Bestimmtheit anzunehmen, daß sie älter sind als das Auftreten des Menschen in Mitteleuropa.

Die Billitonite liegen auf Billiton, nach Verbeek's Angaben, niemals auf der heutigen Gesteinsoberfläche, sondern unter den Sandlagen, die als Zinnseifen abgebaut werden, auf der alten verwitterten oder frischen sedimentären oder granitischen Gesteins-

oberfläche. Die Sande sind, nach VERBEEK, mindestens diluvial, wenn nicht pliocän.

Die Australite werden allerdings nicht selten freiliegend an der Oberfläche in verschiedenen Höhen gefunden; häufiger aber sind die Angaben über Funde in größeren oder geringeren Tiefen, bis zu 30' unter Tag. In Neu-Südwales, in Victoria und anderwärts sind die als Gold- und Zinnseifen ausgebeuteten Sande die häufigsten Fundstellen.

Die Australite sind wahrscheinlich jünger als die Moldavite. Aber auch hier weisen die Lagerungsverhältnisse, ebenso wie bei den Billitoniten, auf ein Alter, das höher ist als das der primitivsten menschlichen Kultur.

Im übrigen lassen sich auch die Einzelheiten der Verbreitung der Moldavite schwer vereinigen mit deren Deutung als Kunstprodukte. Ein fast ununterbrochenes Fundgebiet von Moldavitscherben begleitet auf ca. 30 km Länge den Westrand der Budweiser Ebene. Aus dieser Strecke stammen die meisten Moldavitfunde; es sind fast durchweg Bruchstücke. Eine solche Häufung in einer räumlich beschränkten Zone, zusammen mit dem Fehlen in der weiteren Umgebung, bleibt völlig rätselhaft für ein Kunstprodukt. Sie ist aber leicht zu erklären durch die Annahme, daß die zahlreichen Scherben der Budweiser Strecke von einer oder von wenigen großen Glasmassen stammen, die in dieser Gegend zur Erde gelangten und im Sturze zersplittert wurden.

Gestalt. Prof. BERWERTH findet die Australite „gepreßten Gußformen" ähnlich, und erkennt hierin offenbar einen Hinweis auf die künstliche Herkunft dieser Stücke. Die knopfförmigen und sanduhrförmigen Gestalten haben ihre Regelmäßigkeit und einfache Symmetrie allerdings gemein mit vielen Gegenständen, die der Mensch zum Schmuck, zum Spiel oder zu sonstigem Gebrauche erzeugt; es mag auch die Betrachtung eines einzelnen oder weniger Exemplare zunächst den Eindruck einer künstlichen Gestaltung erwecken; aber bei einem Überblick über die ganze Formenmannigfaltigkeit der Australite, wie er den zahlreichen Abbildungen in den Arbeiten von WALCOTT, STELZNER, TWELVETREES und PETTERD, SIMPSON, DUNN zu entnehmen ist, wird man bald eines Besseren belehrt werden.

Der Mensch formt bestimmte Typen, die in Größe und Gestalt bestimmten Zwecken angemessen sind. Die Natur aber bringt alle denkbaren Übergänge hervor. Die kleinsten Australite sind kaum erbsengroß, und die größten, wie z. B. die merkwürdigen Hohlkugeln von Horsham und vom Kangaroo Island, erreichen Apfelgröße[1]. Von schlanken zweiköpfigen Sanduhrformen findet man

[1] Siehe die Abbildungen Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1900. p. 335 u. Taf. VIII.

allerlei Zwischenglieder zu plumperen Gestaltungen, zum gestreckten Oval und bis zu den kreisrunden Knöpfen. Die Knöpfe sind bald dick und hoch, fast kugelig, bald flach scheibenförmig zusammengedrückt. Der „Rückstauwulst“ ist manchmal kaum durch eine Kante angedeutet; im anderen Extrem wird er sehr breit, dünn und scharfrandig, sogar einem weiten, faltigen Schirme ähnlich; manchmal liegt der kleine rundliche Körper der Knopfform gleichsam in einer flachen Schüssel. Manchmal ist der mächtig angeschwollene Rückstauwulst über den Knopf zurückgebogen und umwickelt ihn. Ist es denkbar, daß der Urmensch solche fast chaotische Vielfältigkeit von Gußformen zu unbekanntem Zwecke verfertigte?

Solche ungeregelte Mannigfaltigkeit mit schrankenloser Variationskurve, in der kein Grundtypus festgehalten wird, zeigen nur Naturgestalten unorganischer Herkunft. Wo Lebendiges schafft, sucht es bestimmte Typen mit dem Eindrucke des Beabsichtigten festzuhalten.

Während Zweck und Sinn künstlicher Australitformen nicht zu erraten wäre, können sie nach der bereits von Stelzner 1893 und Walcott 1898 gegebenen Erklärung in allen Einzelheiten sehr gut verstanden werden. Die Regelmäßigkeit der Hauptumrisse, die in gleicher Vollkommenheit bei anorganischen Naturkörpern gewiß selten angetroffen wird, ist die der Rotationsformen. Für den kugeligen Umriß ist dies unmittelbar zu ersehen; und die Sanduhrformen hat Walcott zuerst als Rotationsgestalten richtig gedeutet. Ich habe bei Besprechung derselben auf die Analogie mit der vom Astronomen J. J. See theoretisch geforderten Ausgangsform für die Bildung der Doppelsterne hingewiesen und Kerr Grant (Adelaide) hat in einer neueren Besprechung der Australitgestalten abermals die theoretische Wichtigkeit der zigarrenförmigen und sanduhrförmigen Gestalten unter den Australiten hervorgehoben, da die Stabilität solcher Rotationsformen noch heute ein Gegenstand der Meinungsverschiedenheit zwischen Mathematikern ist.

Den Randwulst hat Stelzner schon mit dem zurückgeschobenen Schmelzrande der Stannern-Meteoriten verglichen. Die Wirkung des Luftwiderstandes im raschen Sturze bewirkte an dem Glase noch viel auffälligere Umgestaltungen als an dem kristallinischen Steine. Das amorphe Glas besitzt ein viel größeres Schmelzinterwall als der Stein; es wurde beim Aufschmelzen allmählich erweicht und hat eine größere Menge beweglicher Substanz geliefert; der Körper des Wulstes wurde deshalb viel größer, das Glas selbst an der Stirne abgeschmolzen und abgeflacht. Knopfformen und Sanduhrformen zeigen die gleiche einseitige Deformation und Wulstbildung.

Wäre es auch immerhin denkbar, daß die einfachen Rotationsformen in ihrem Hauptumriß zu irgendeinem Zwecke künstlich

nachgeahmt wurden, so würden doch die feineren Einzelheiten ihrer Oberflächenskulptur auf künstlichen Formen nicht zu erklären sein. Ich habe zu zeigen gesucht, wie in diesen Einzelheiten der Sinn der Drehung während des Falles an zweierlei Merkzeichen zu erkennen ist. Das eine liefert der spirale Verlauf der Stauwellen auf der Stirnseite, und das zweite ist die eigentümliche gegenständige Symmetrie, eine eigentümliche geringe Schiefstellung des Hauptgrades vieler Sanduhrformen, dadurch hervorgerufen, daß bei der Rotation dieser Körper die diagonal gegenüberstehenden Außenenden durch den Luftwiderstand ungleich beeinflußt werden. Ich verwies ferner auf die zarte Fluidalstruktur im Innern des Außenwulstes, die Dunn abgebildet hat; das Zurückfließen der aufgeschmolzenen Glasmasse kann hier deutlich gesehen werden. Die dunklere Farbe des rückgeflossenen Glases erklärt sich durch höhere Oxydation infolge innigeren Kontaktes mit der Luft.

Ist so den Australiten der Stempel ihrer Herkunft mit befriedigender Deutlichkeit aufgeprägt, so bieten anderseits weder die Gestalten der Moldavite noch die der Billitonite irgendeinen Anhaltspunkt, der auf künstliche Abstammung hinweisen würde. Die Größe vieler Stücke — manche wiegen über 100 g — spricht gewiß dagegen; denn die Herstellung so schwer schmelzbarer Gläser in voller Reinheit in diesen Dimensionen würde eine kaum erreichbare technische Vollkommenheit verlangen.

Nur die zuletzt entdeckten Queenstownite von Tasmanien sind schlackenähnliche Fetzen, wie sie bei zufälligen Schmelzen künstlichen oder natürlichen Ursprungs vorkommen können. Sie allein könnten, was die Gestalt betrifft, als zufällige Kunsterzeugnisse gelten, wenn nicht andere gewichtige Gründe dagegen sprechen würden.

Physikalische Eigenschaften. Der Weg, den Prof. Berwerth zur Lösung des Tektitproblemes vorschlägt, die „Vornahme einer fachmännischen Prüfung auf Kunstprodukte“, ist vor vielen Jahren bereits betreten worden. Von Geologen war zuerst die Meinung geäußert worden, daß die Moldavite Kunstprodukte seien. Fachchemiker haben sich sogleich energisch dagegen gewendet. Habermann und Wenzliczke in Brünn wiesen bereits 1880 auf die von allen Kunstgläsern verschiedene chemische Zusammensetzung und den durch sie bedingten hohen Schmelzpunkt hin. Nach den Ergebnissen ihrer Versuche im Lampenofen mit Wasserstrahl-Gebläseflamme hielten sie den künstlichen Ursprung für ausgeschlossen. Herrn Bareš gelang es bei seinen Versuchen in den Schmelzöfen einer Tonwarenfabrik, Moldavite erst bei einer Temperatur von 1400^0 vollkommen niederzuschmelzen.

Im Jahre 1900 konnte ich mich außerdem auf eine mir von Herrn Prof. J. Walther übermittelte Äußerung von Prof. E. Abbe

berufen. Dieser hatte damals im glastechnischen Laboratorium zu Jena Versuche über die Möglichkeit einer synthetischen Herstellung des Moldavitglases durchführen lassen. Die vollkommene Niederschmelzung war auch nahe beim Schmelzgrad des Platins nicht gelungen. Prof. Abbe und Prof. Walther urteilten, daß vor Erfindung der Siemens-Regenerativöfen Moldavitglas künstlich nicht hergestellt werden konnte, und schlossen aus dem Charakter der Fluidalstruktur, daß die Moldavite Stücke einer größeren, natürlich entstandenen Glasmasse seien.

Und noch eine Eigenschaft verbietet schon allein für sich die Deutung der Moldavite als zufällige „Nebenprodukte eines Schmelzprozesses". Es ist die vollkommene Reinheit des Glases. In vielen Hunderten Moldaviten, die ich gesehen habe, war niemals irgendeine Trübung oder schlackige Unreinigkeit, niemals ein- oder angeschmolzener Sand oder ähnliches wahrzunehmen. Das gleiche gilt nach übereinstimmendem Urteil aller Beobachter für die Billitonite und die Australite.

Aber auch die Queenstownite sind trotz ihres äußerlich schlackenähnlichen Aussehens vollkommen durchschmolzene Gläser. Sie enthalten keine Mikrolithen, keine eingeschmolzenen oder anhaftenden fremden mineralischen oder kohligen Bestandteile. Das schlackenähnliche Äußere wird allein durch den Blasenreichtum bedingt, und der seidenartige und lackartige, streifige Glanz ist eine Folge der starken Zerrung, Streckung und Zerreißung der Blasenräume. Die schmutzigweiße Farbe und die emailartige Beschaffenheit mancher Stücke hängt wohl mit chemischen Angriffen zusammen, denen das hochgradig blasige und gezerrte Glas vermutlich in höherem Grade ausgesetzt war, als die kompakteren Haupttektitarten; wie ja auch die chemische Analyse, insbesondere das höchst auffällige Fehlen des Kaliums in diesen Gläsern, auf Zersetzungsvorgänge hinweist.

Berwerth zitiert meine Bemerkung, daß man in Europa „solche schlackenartige Gläser sicherlich zunächst nach dem äußeren Habitus für irgendwelche Kunstprodukte" halten würde. „Zunächst" wäre dies gewiß der Fall; ich habe jedoch dazugesetzt, daß man bei genauerer Untersuchung, insbesondere durch die chemische Analyse eines Besseren belehrt werden würde. Bei einem Funde in so kulturfernem Gebiete wird man auch nicht „zunächst" auf eine solche Deutung verfallen.

In keinem der Fundgebiete der Tektite wurde je irgendein Schmelzprodukt gefunden, mit dem die Tektite als zufällige Nebenprodukte zusammenhängen könnten. Man kennt keine Übergänge zu irgendwelchen anderen Schlacken oder Gläsern. Die Moldavite bleiben, wie lange bekannt ist, nach Form und Stoff streng gesondert von allen sonst bekannten Schlacken und Gläsern, und haben außer der nahen chemischen Verwandtschaft auch die Rein-

heit des Glases mit den Vorkommnissen der außereuropäischen, kulturfernen Gebiete gemein [1].

Ist es denkbar, daß der primitive Mensch Australiens in diluvialer oder vordiluvialer Zeit die Mittel besaß, so schwer schmelzbare Gläser zu erzeugen, und zwar in solcher Vollkommenheit, daß niemals eine Spur des Ausgangsmaterials zurückblieb?, daß er die Fähigkeit und die eigenartige Laune besessen haben sollte, gerade diese, und immer nur diese eigenartige chemische Mischung herzustellen?

Stoffliche Zusammensetzung. Anschließend an die Wiedergabe der Queenstownitanalysen in seinem Referate betont Prof. Berwerth folgenden Satz durch Ausruf: „Der Kieselsäuregehalt der Tektite schwankt demnach zwischen 69 und 89 %!“; auf der nächstfolgenden Seite spricht er von „der schwankenden, stöchiometrischen Gesetzen abgewandten Zusammensetzung der Tektite“. Beide Äußerungen zielen auf den Eindruck, daß die chemische Zusammensetzung der Tektite in weiten Grenzen unbestimmt und regellos schwanke. Diese Meinung ist verwunderlich, da das genaue Gegenteil aus den Analysen klar zu ersehen ist.

Die Tektite sind Körper von sehr scharfer chemischer Charakteristik. Die allgemeine Verteilung der Stoffe, die Verhältniszahlen von Kieselsäure, Tonerde und Metallen ist im allgemeinen die gleiche wie in sauren Eruptivgesteinen, und genau nach den bei diesen herrschenden Gesetzen vollziehen sich die Verschiebungen der übrigen Stoffmengen, wenn der Säuregehalt zu- oder abnimmt. Die Stücke von einem Fundgebiete sind stofflich nicht mehr unterschieden, als Proben von einem größeren Eruptivkörper, etwa von einem Lavastrom. Die Stoffmengen schwanken keineswegs zufällig, wie das an künstlichen Gläsern zu erwarten wäre.

Dies darzutun, war das vornehmliche Ziel meiner Besprechung der Tektitanalysen im Jahre 1901, als noch die künstliche Deutung dieser Gläser im Vordergrunde stand. Meine spätere Kritik (1914) wandte sich wieder gegen die andere Seite, gegen die neuerlich geäußerten Versuche, die Tektite für vulkanische Gläser zu erklären. Bereits Gesagtes soll hier nicht abermals ausgeführt werden; ich verweise auf die ergänzten und z. T. richtiggestellten Analysentabellen und Diagramme, mit denen ich die Verwandtschaftsbeziehungen der Tektite in den Mitteil. d. geol. Ges. 1914 dargestellt habe. Aber die Bemerkungen Prof. Berwerth's veranlassen mich, wenigstens die Hauptpunkte an dieser Stelle besonders hervorzuheben.

---

[1] Wie mir Prof. R. Pöch mitteilt, fehlt in der ganzen Südsee jede Spur von Metallschmelzung und Töpfereien, der beiden Fertigkeiten, welche als unerläßliche Vorstufen der Glaserzeugung gelten.

Die Zahlen für Kieselsäure in den einzelnen Tektitarten schwanken um folgende Werte:

8	Analysen von	Australiten	enthalten	69,80—77,72	%	SiO_2.
2	„ „	Billitoniten	„	70,92 u. 71,14	„	„
7	„ „	Moldaviten	„	77,69—82,28	„	„
2	„ „	Queenstowniten	„	88,76—89,81	„	„ [1]

Man sieht, daß zum Zwecke einer richtigen Beurteilung der chemischen Verhältnisse die natürlichen Zusammenhänge im Auge zu behalten sind. Innerhalb der einzelnen Tektitarten sind die Schwankungen im Kieselsäuregehalte nicht größer, als innerhalb eines größeren einheitlichen Eruptivkörpers. Auch die Differenz von 8 % SiO_2 zwischen den extremsten Australitanalysen überschreitet nicht diese Grenze.

Innige Gauverwandtschaft verbindet die drei Hauptarten der Tektite. Sie wird vor allem durch eben dieselben bezeichnenden chemischen Eigenheiten ausgedrückt, welche die Tektite von den irdischen Magmen unterscheiden. Zwei Merkmale stehen hier im Vordergrunde. Das eine, schon von Högbohm bemerkt, ist der höhere Gehalt an Oxyden, von Magnesium und Eisen, als er irdischen Magmen von gleicher Azidität zukommt. Das zweite, noch auffälliger, schon von Hillebrand gelegentlich einer Australitanalyse bemerkt und auch von Summers beobachtet, betrifft das Verhältnis von Kalk und Alkalien. Durch das Überwiegen von Kali und Kalk über Natron, verbunden mit hohem Kieselsäuregehalt, ist jede Tektitanalyse von Analysen irdischer Eruptivgesteine sogleich zu unterscheiden.

Es ist nicht möglich, daß alte Glasschmelzen aus den drei weit entfernten Gebieten in diesen feinsten Merkmalen so beharrlich übereinstimmen. An eine zufällige Wiederkehr der gleichen Mischung kann nicht gedacht werden, und eine absichtliche Darstellung (zu einem unbekannten Zwecke) würde vollendetste chemische Kenntnisse und Methoden verlangen.

Bereits jede einzelne Eigenschaft der Tektite für sich: Verbreitung, Lagerungsverhältnisse, geologisches Alter, Gestalt und Größe der Stücke, wie der hohe Schmelzpunkt des Glases und seine vollkommene Reinheit in allen Stücken und die Beständigkeit und Eigenart der stofflichen Zusammensetzung, die verschieden ist von der aller künstlichen Glasflüsse, widerspricht ihrer Deutung als beabsichtigte oder zufällige Erzeugnisse aus einer künstlichen Schmelze.

---

[1] Wie bemerkt, ist der Kieselsäuregehalt der Queenstownite wahrscheinlich durch Auslaugungsvorgänge erhöht. Ihre chemischen Beziehungen sind deshalb nicht so klar festzustellen.

Aber daß hier ein so erfahrener Gesteinskundiger noch einmal versucht hat, den künstlichen Ursprung für die Tektite in Anspruch zu nehmen, ist in anderer Hinsicht bemerkenswert. Man wird dadurch neuerlich darauf hingewiesen, welche Schwierigkeiten der Herleitung der Tektite von irdischen Vulkanen entgegenstehen. Gewiß, erst nach voller Würdigung dieser Schwierigkeiten hat sich Berwerth entschlossen, den anderen Erklärungsversuch heranzuziehen.

Kentrurosaurus, non Doryphorosaurus.

Von **Edw. Hennig.**

Auf p. 511/12 dies. Centralbl. (Nr. 21 vom 1. Nov. 1916) bringt Fr. Baron Nopcsa für den von mir nur kurz und vorläufig bekanntgegebenen deutsch-ostafrikanischen Stegosaurier (der übrigens weniger der Unterkreide als hauptsächlich dem oberen Jura entstammt!) den Namen *Doryphorosaurus* in Vorschlag. Den vorher von mir aufgestellten Namen *Kentrosaurus* habe ich selbst aber in einer zweiten Mitteilung (Juni/Juli-Heft der Sitz.-Ber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin, p. 175—182) bereits in *Kentrurosaurus* abgeändert. Der Nopcsa'sche Gattungsname *Doryphorosaurus* wird dadurch also überflüssig und hinfällig.

Ich erlaube mir bei dieser Gelegenheit die Anregung, daß grundsätzlich keine Namen oder Namenänderungen gegeben werden sollten ohne gleichzeitige Be- oder Überarbeitung bezw. gar ohne Kenntnis des Objekts. Ein bloßer Zufall hat diesmal mir die klare Priorität gewahrt. Andernfalls wäre Verwirrung in der Nomenklatur unvermeidlich gewesen.

Einiges über Terminologie und Entwicklung der Lobenelemente in der Ammonitensutur.

Von **C. Diener** in Wien.

Mit 12 Textfiguren.

(Schluß.)

Eine Suturformel, die nur die Loben verzeichnet, halte ich insofern für lückenhaft, als sie über das Auftreten eines Mediansattels erst dann Auskunft gibt, wenn in dessen Kopf ein Lobus erscheint, was bekanntlich in zahlreichen Fällen keineswegs zutrifft. Es würde beispielsweise die Suturformel für *Prodromites*

ornatus Smith[1] und *Hungarites Yatesi* Hyatt et Smith[2] in Wedekind's Schreibweise nur die Signatur *E* für den Externlobus enthalten, obwohl bei der ersteren Spezies ein Mediansattel fehlt, bei der zweiten stark entwickelt ist. Die Bezeichnung des Internlobus *I* ohne Ordnungsindex läßt uns darüber im unklaren, ob *I* als ein wirklich primäres Suturelement wie bei *Oxynoticeras* auftritt, oder relativ spät aus dem Zerfall eines Internsattels entstanden ist, wie bei *Indoceras*. In der Einführung des Terminus „Umschlagloben" liegt eine Inkonsequenz. Noetling hat durchaus folgerichtig den Internlobus und alle aus der Spaltung des primären Internsattels hervorgegangenen Lobenelemente bis zum primären Laterallobus mit der gleichen Signatur *I* bezeichnet. Da die Umschlagloben vom Internlobus bei *Indoceras* genetisch nicht verschieden sind, so bedeutet die Einführung einer besonderen Signatur für die ersteren keine Verbesserung der Noetling'schen Suturformel, durchbricht vielmehr die Konsequenz der ausschließlich auf das genetische Moment begründeten Bezeichnungsweise in der letzteren. Auch tragen Name und Signatur den Bedürfnissen einer wissenschaftlichen Nomenklatur, die für derartige Termini den klassischen Sprachen entlehnte Bezeichnungen fordert, keine Rechnung. Dazu kommt noch, daß die Signatur *U* direkt mit derjenigen in Konkurrenz tritt, die sich als die für den Umbilikallobus natürliche ergibt, über dessen Bedeutung sogleich noch zu sprechen sein wird.

Im übrigen leidet Wedekind's Terminologie an der gleichen Unvollständigkeit wie jene Noetling's, indem sie dem Auftreten primärer Lateralsättel und primärer interner Lateralloben bei der Mehrzahl angustisellater Ammoniten und dem gleichzeitigen Erscheinen von acht Suturelementen in der zweiten Lobenlinie des *Proarcestes bicarinatus* unter den latisellaten Ammoniten keine Rechnung trägt.

In einem Punkte bezeichnet Wedekind's Theorie der Differenzierung der Suturlinie einen erheblichen Fortschritt gegenüber Noetling, in dem Nachweise der Bedeutung des Umbilikallobus. Wedekind hat zuerst im Jahre 1910 bei *Simbirskites* gezeigt, daß von dem vierten Stadium der Suturentwicklung ab die weitere Vermehrung der Suturelemente nicht mehr durch Sattelspaltung, sondern durch Teilung eines Lobus entsteht, der sich mit dem primären Intern-, Lateral- und Externlobus in keinem morphogenetischen Zusammenhang befindet, sich jedoch vor den übrigen Loben durch seine Lage auszeichnet, indem er durch die Naht

[1] J. P. Smith, Carboniferous Ammonoids of North America. U. S. Geol Surv. Monographs. XLII. Washington 1903. Pl. XXV fig. 8.

[2] A. Hyatt et J. P. Smith, Triassic Cephalopod genera of America. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. 40. Washington 1905. Pl. XX fig. 4.

halbiert wird. Er hat später diesen unmittelbar auf oder an der Naht gelegenen Lobus, der durch Lobenspaltung differenziert wird, bei zahlreichen anderen Ammoniten nachgewiesen und als „Suturallobus“ bezeichnet.

Dieser Name scheint mir nicht eben glücklich gewählt zu sein, da ja strenge genommen jeder Lobus als ein Abschnitt der ganzen Sutur des Septums ein Suturallobus ist. Es gibt zu Mißverständnissen Anlaß, wenn man in dem einen Falle unter Sutur die Grenzlinie des Septums gegen die Innenwand der äußeren Schale, im anderen Falle die Grenzlinie zwischen zwei Windungen des Gehäuses in der Nabelregion versteht. Auch die Signatur S ist irreführend, da sie von Noetling in seiner Abhandlung über *Pseudosageceras multilobatum* in einem ganz anderen Sinne, nämlich zur Bezeichnung des zweiten Primärlobus angustisellater Ammoniten (interner Laterallobus Branca) verwendet worden ist. Besser dürfte daher die von Waagen und mir wiederholt angewendete Bezeichnung „Umbilikallobus“ (Signatur U) sich für diesen Lobus als lateinische Form des nur in deutscher Sprache üblichen Terminus „Nahtlobus“ empfehlen.

Wedekind hält den „Suspensivlobus“ älterer Autoren für eine Modifikation des von ihm auf genetischer Grundlage definierten neuen Lobentypus. Er schreibt (dies. Centralbl. 1916, p. 189): „Der Lobus U_x mit seinen so entstehenden Komponenten hat häufig ein so auffallendes Gepräge, daß er den meisten Ammonitenforschern nicht entgangen ist, die ihn indessen nur morphologisch betrachtet haben. Er entspricht dem Suspensivlobus vieler Ammoniten. Da aber als Suspensivlobus nur das Herabhängen bezw. Zurückspringen der Nahtloben bezeichnet wird, schlage ich vor, diesen Lobus als Suturallobus zu bezeichnen. Ich bemerke, daß der Suturallobus hängend, also suspensiv ist (*Stephanoceras*, *Perisphinctes*), oder nicht hängend sein kann (*Oppelia*, manche Parkinsonien).“

Geht man auf die ursprüngliche Definition des Terminus „Suspensivlobus“ zurück, so findet man, daß er für einen Lobentypus aufgestellt worden ist, dessen Hauptmerkmal keineswegs in der schräg herabhängenden Gestalt des Nahtlobus liegt. Der Name selbst ist 1882 von E. v. Mojsisovics für jenen Suturabschnitt bei *Psiloceras* und *Schlotheimia* in Vorschlag gebracht worden, bei dem nach Neumayr's Erfahrungen die Senkung der Loben nach rückwärts gegen die Naht sich nicht auf die Hilfsloben beschränkt, sondern auch noch den zweiten Laterallobus mit umfaßt. „Der zweite Laterallobus verschmilzt mit den Hilfsloben zu dem sogenannten Nahtlobus, als dessen erste Einbiegung der zweite Laterallobus sonach erscheint. Es ist dies eine sehr bemerkenswerte Ausnahme von der Regel, daß der zweite Laterallobus die Form und Stellung besitzt wie der erste Laterallobus . . . und scheint die Bezeichnung „Suspensivlobus“ für solche aus verschieden-

artigen Elementen zusammengesetzte Nahtloben nicht unpassend zu sein“ [1].

Von *Gymnites*, der ebenfalls einen herabhängenden Nahtlobus besitzt, sagt E. v. Mojsisovics ausdrücklich: „Der zweite Laterallobus ist stets deutlich individualisiert. Suspensivloben sind daher nicht vorhanden. Wenn auf der Umbilikalseite eine Senkung der Loben eintritt, so umfaßt dieselbe, wie bei *Pinacoceras*, bloß die Auxiliarloben.“

Eine ähnliche Definition des Terminus „Suspensivloben“ wie E. v. Mojsisovics gibt Steinmann [2]. „Wenn der zweite Seitenlobus“ — sagt er — „an Größe hinter dem ersten beträchtlich zurückbleibt, dadurch den Charakter eines Hilfslobus annimmt und der Septalumschlag weit nach hinten zurückgeschlagen ist, so faßt man den zweiten Laterallobus und die äußeren Hilfsloben unter der Bezeichnung „Suspensivlobus“ zusammen.“

Das Wesen des Suspensivlobus besteht also nicht so sehr in der Anlage der Auxiliarelemente, die auffallend nach hinten gezogen zur Naht herabhängen, als in deren Verschmelzung mit dem zweiten Laterallobus. Wenn Wedekind betont, es sei ihm keine einzige der zahlreichen Ammonitenarbeiten bekannt, die „wissenschaftlich“ auf den Suspensivlobus eingehe, so kann man ihm mit Recht entgegenhalten, daß er selbst das Hauptmerkmal eines Suspensivlobus nicht erkannt und durch seine Verwechslung mit dem Suturallobus nur Verwirrung angerichtet hat, wie sogleich gezeigt werden soll.

Zu den mit einem echten Suspensivlobus versehenen Ammoniten gehören auch zahlreiche Arten des Genus *Perisphinctes* Waag. [3]. Als ein Beispiel greife ich *Perisphinctes Martelli* Opp. heraus, dessen Suturlinie in der nebenstehenden Figur nach Siemiradzki (l. c. p. 268, Fig. 61) reproduziert ist. Das bezeichnende Moment der innigen Verschmelzung des zweiten Laterallobus mit den Auxiliaren

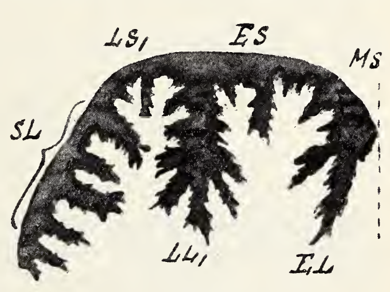


Fig. 7.
Suturlinie eines erwachsenen Exemplars von *Perisphinctes Martelli* Opp. Nach Siemiradzki.

---

[1] E. v Mojsisovics, Cephalopoden der Mediterr. Triasprovinz. Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. X. 1882. p. 231.

[2] Elemente der Paläontologie. 1890. p. 383.

[3] Vergl. insbesondere Siemiradzki, Monographische Beschreibung der Ammonitengattung *Perisphinctes*. Palaeontographica. XLV. 1898/99. Textfig. 2, 3, 4, 5, 7, 8, 16, 19, 22, 29, 30, 32, 35, 46, 48, 51, 53, 55, 56, 57, 61, 62, 69, 71, 72, 74, 75, 80, 82.

fällt auf den ersten Blick ins Auge. Vergleicht man mit dieser Figur die Entwicklung der Sutur eines mitteljurassischen *Perisphinctes*, wie sie Wedekind in Fig. 4 (p. 190) seiner oben zitierten Arbeit zur Abbildung bringt, so sieht man, daß die Entstehung des zweiten Laterallobus U_{II} von jener des Suturallobus U_{I} ganz unabhängig ist, daß somit gerade die Herausbildung jenes Merkmals, das den Nahtlobus von *Perisphinctes* überhaupt erst zu einem Suspensivlobus macht, nämlich die Verschmelzung des zweiten Laterallobus U_{II} mit der Auxiliarserie, in keinerlei Beziehung zu dem Suturallobus steht. Die Entwicklung eines Suspensivlobus hat daher mit einer Differenzierung des Suturallobus nichts zu tun [1].

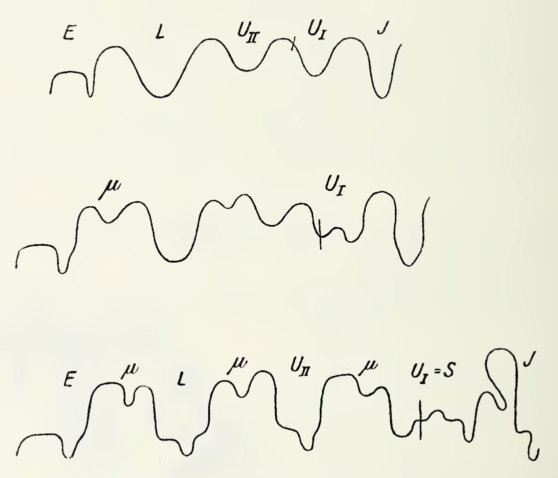


Fig. 8. Entstehung eines suspensiven Suturallobus bei *Perisphinctes*. U_{I} wird zum Suturallobus. Nach Wedekind (dies. Centralbl. 1916, p. 190).

Ebensowenig als in bezug auf die Deutung des Suspensivlobus vermag ich Wedekind in seiner Auffassung des Terminus „Adventivloben" beizustimmen. Er sagt (l. c. p. 191): „Wo der Außensattel sich differenziert, spaltet er nach der einfachen, ventropartiten Lobenspaltung. Alle diese aus dem Außensattel hervorgegangenen Loben nenne ich, dem allgemeinen Brauche folgend, Adventivloben und bezeichne sie mit A_{I}, A_{II} usw."

Wedekind ist im Irrtum, wenn er glaubt, in seiner Noetling entlehnten Beschränkung des Terminus „Adventivloben" auf die

---

[1] E. v. Mojsisovics ist durch seine klare Definition des Suspensivlobus auf diesen „wissenschaftlich" wohl näher eingegangen als Wedekind, dessen Versuch einer genetischen Deutung des Suspensivlobus einen ganz anderen Suturabschnitt im Auge hat.

aus dem Zerfall des Externsattels hervorgegangenen Suturelemente einem allgemeinen Brauche zu folgen. Die überwiegende Mehrzahl der Ammonitenforscher — ich nenne nur E. v. Mojsisovics, Holzapfel, Clarke, Frech, Waagen, G. v. Arthaber, F. v. Hauer, Hyatt, J. P. Smith, A. v. Krafft, Simionescu, Kossmat, J. Boehm, Douvillé, Pervinquière und mich — haben stets den Terminus „Adventivloben" gleichmäßig auf alle wohlentwickelten überzähligen externen Seitenloben angewendet, gleichgültig, aus welchen Abschnitten der Normalsutur dieselben hervorgegangen sind. In meiner Abhandlung „Über Ammoniten mit Adventivloben"[1] habe ich gezeigt, daß Noetling's Übertragung des Terminus „Adventivloben" auf die aus einer Teilung des primären Externsattels entstandenen Suturelemente[2] den Regeln der historischen Priorität widerstreitet und daß es, von der ursprünglichen Definition des Ausdruckes „Adventivloben" durch E. v. Mojsisovics im Jahre 1873 ausgehend, unzulässig ist, überhaupt ein genetisches Moment in diese Definition hineinzutragen. Adventivelemente können in sehr verschiedenen Abschnitten der normalen Suturlinie ihren Ursprung haben. Eine mit ihnen ausgestattete Ammonitensutur habe ich als „hochspezialisiert" bezeichnet. Als maßgebend für eine wissenschaftlich begründete Terminologie der einzelnen Abschnitte einer solchen hochspezialisierten Suturlinie erachte ich die Tatsache, daß Adventivelemente, wie schon im Sinne des Wortes liegt, gegenüber den Hauptloben neu hinzugekommene jüngere Suturelemente darstellen. Einem Ammoniten mit Adventivelementen können Hauptloben als die älteren primären Suturelemente niemals fehlen und müssen daher als solche in der Terminologie der Suturlinie zunächst gekennzeichnet werden.

Was die Behauptung betrifft, daß der Außensattel sich bei seiner Differenzierung nach dem Gesetz der einfachen ventropartiten Lobenspaltung teile, so ist sie vorläufig noch unerwiesen. An Präparaten von *Pompeckjites Layeri* Hau. konnte ich die Suturlinie bis zu einer Windungshöhe von 7 mm verfolgen. In diesem Stadium sind außerhalb des dimeroid geteilten Sattelgipfels zwei gleichfalls dimeroide, wohl individualisierte Adventivsättel vorhanden. Aus der dimeroiden Spaltung des Sattelgipfels geht bei einer Windungshöhe von 8 mm ein dritter Adventivsattel hervor[3]. Diese Beobachtung spricht viel mehr für eine dorsopartite als für eine ventropartite Sattelspaltung. Wahrscheinlich ist auch in dieser Richtung die Mannigfaltigkeit sehr groß, so daß sich mit den von Noetling formulierten „Gesetzen" der Lobenspaltung in der Praxis wenig anfangen lassen dürfte.

---

[1] Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. XCIII. 1915. p. 1—61.

[2] F. Noetling, Palaeontographica. LI. p. 285.

[3] C. Diener, Über Ammoniten mit Adventivloben. Denkschr. l. c. p. 51. Taf. II, Fig. 14.

Steht Wedekind's Beschränkung des Terminus „Adventivloben“ auf Elemente eines primären Externsattels mit der ursprünglichen Definition dieses Ausdruckes in Widerspruch, so liegt in seiner Einführung einer besonderen Signatur A ein Verstoß gegen das angeblich so hoch gehaltene genetische Prinzip in der Terminologie der Suturabschnitte. Noetling war in dieser Hinsicht durchaus konsequent, indem er alle aus dem Zerfall des primären Externsattels e entstandenen Loben mit der Signatur E bezeichnete. In der Tat sind alle aus einem Zerfall des primären Externsattels, bezw. aus dessen Dependenzen hervorgegangenen Suturelemente ihrer Entstehung nach ebenso gleichwertig wie jene, die aus einer Teilung des primären Internsattels hervorgehen. Die Ablehnung einer Trennung externer und interner Auxiliarloben oder der Scheidung von Lateral- und Hilfssätteln mit Berufung auf das genetische Moment als das für eine wissenschaftliche Terminologie der Ammonitensutur allein maßgebende Prinzip entbehrt jeder Begründung, wenn man auf der anderen Seite nur einen der aus dem Zerfall des primären Externsattels e entstandenen Loben mit E, die übrigen mit A bezeichnet. Von einer Terminologie, die der bisher üblichen an Wissenschaftlichkeit angeblich überlegen sein soll, darf doch zum mindesten erwartet werden, daß sie die Suturabschnitte innerhalb und außerhalb des primären Laterallobus mit dem gleichen Maße mißt.

Noetling und Wedekind rühmen als den Hauptvorzug ihrer neuen Terminologie der Ammonitensutur, daß sie die wirklich homologen von den nur analogen Lobenelementen zu unterscheiden gestatte, weil sie ausschließlich auf das Studium der ontogenetischen Entwicklung der Suturlinie begründet sei. Daß das Studium der letzteren keineswegs zu durchaus eindeutigen Ergebnissen führt, konnte schon aus der Kritik ersehen werden, die ich an Noetling's Theorie der Differenzierung der Suturlinie bei angustisellaten Ammoniten zu üben Veranlassung hatte. Wer sich einmal selbst mit der Präparation von Suturen auf den innersten Windungen eines Ammoniten versucht hat, wird in gar manchen Fällen an der Möglichkeit einer sicheren Entscheidung über den Ursprung eines neuauftretenden Suturelements zu zweifeln geneigt sein. Da Wedekind's Untersuchungen vorwiegend Goniatiten zum Gegenstand haben, sollen hier einige Fälle erörtert werden, in denen man über die Deutung der goniatitischen Suturlinie sehr verschiedener Meinung sein kann.

Noetling und Wedekind gehen bei ihrer Terminologie der Ammonitensutur von der Voraussetzung aus, daß ein neues Suturelement entweder aus der Teilung eines primären Lobus oder Sattels entstehe, und daß zwischen diesen beiden Arten der Spaltung stets eine reinliche Scheidung möglich sei. Die letztere Voraussetzung trifft indessen nur in jenen Fällen zu, in denen die Spaltung sich

im Grunde des Lobus oder am Kopf des Sattels vollzieht. Wenn jedoch das neuauftretende Suturelement in der den Lobengrund mit dem anstoßenden Sattel verbindenden Flanke erscheint, so wird die Entscheidung der Frage, ob Loben- oder Sattelspaltung vorliegt, von der subjektiven Auffassung, oder — wie E. v. Mojsisovics das zarter umschrieben hätte — von dem paläontologischen Taktgefühl des Beobachters abhängig. Einige Beispiele werden am besten dazu dienen, dem Leser die Sache klar zu machen.

Branca hat in seinen wiederholt zitierten „Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der fossilen Cephalopoden“ auf Taf. IV, Fig. I (Palaeontographica. XXVII. 1890) eine Darstellung der ersten Suturen von *Glyphioceras diadema* Gdf. gegeben. Wedekind (Obercarbonische Goniatiten, l. c. p. 9) sagt mit Bezug auf diese Abbildungen (*l, m, n* bei Branca), daß sie ein sehr deutliches Bild der Entstehung der verschiedenen Loben geben. „Der lateral gelegene primäre Laterallobus tritt deutlich hervor. Zunächst entsteht ein innerer Lobus durch Teilung des Innensattels und dann ein kleiner und jüngster Lobus, der auf der Naht liegt.“

Die Lage des Laterallobus in der zweiten Sutur erscheint mir eher umbonal als lateral. Die Deutung der Entstehung der Suturelemente in der Sutur *m* ist insofern unsicher, als *l* zwar die dritte, *m* aber nicht die vierte, sondern eine spätere Sutur darstellt, wir also über das Verhältnis des hohen, dem Internlobus benachbarten Sattels und des niedrigen, an den primären Laterallobus *L* anschließenden, durch den Umbilikallobus geteilten Sattels nichts Bestimmtes aussagen können.

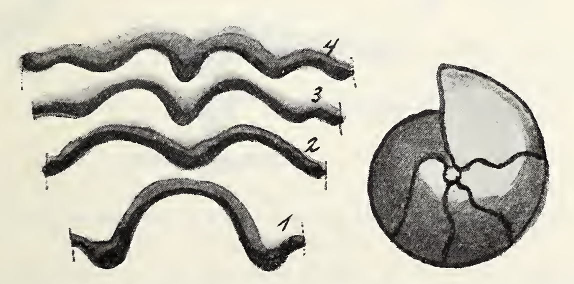


Fig. 9. Die vier ersten Suturen von *Glyphioceras incisum* Hyatt. Nach J. P. Smith.

Vergleichen wir nun diese Verhältnisse mit jenen bei *Glyphioceras incisum* Hyatt, die J. P. Smith [1] in der hier reproduzierten Abbildung dargestellt hat, so gelangen wir zu wesentlich anderen

[1] J. P. Smith, The development of *Glyphioceras* and the phylogeny of the *Glyphioceratidae*. Proceed. Californ. Acad. sci. 3. ser. Vol. I. San Francisco 1897. Pl. XV.

Ergebnissen. Der Laterallobus hat in der zweiten Sutur eine ausgesprochen umbilikale Lage. Aus seinem Boden wächst in der dritten Sutur der flache Lateralsattel empor. Daß dieser Lateralsattel als eine Dependenz des Laterallobus und nicht als Spaltungsprodukt eines Internsattels aufzufassen ist, geht schon aus der Tatsache hervor, daß der ihn nabelwärts begrenzende Lobus ein wenig tiefer steht als der Laterallobus. Übrigens kann ich mich für meine Auffassung dieses in der dritten Sutur neuauftretenden Sattels als eines Zerfallsproduktes des primären Laterallobus auf J. P. Smith selbst berufen, der (l. c. p. 117) das paranepionische Stadium in der Sutur von *Glyphioceras incisum* als dasjenige bezeichnet, „when the broad lateral lobes become indented with a pair of lateral saddles".

Ich schreibe demgemäß die Suturformel des vierten Septums von *Glyphioceras incisum*, wie folgt:

$$\frac{E_2}{2} + e_2 + L_2 + l_2 + L_2 \text{ etc.}$$

Bei *Manticoceras calculiforme* Beyr. bildet sich der Lateralsattel, wie Branca's Abbildungen (Palaeontographica. XXVII. Taf. VI, Fig. I) zeigen, nicht aus dem Kopf, sondern aus der Flanke des Internsattels, allerdings in so bedeutender Höhe über dem Grunde des Laterallobus, daß man ihn als eine Dependenz des Internsattels auffassen muß. Dagegen scheint mir bei der von Branca (l. c. Taf. VI, Fig. III) unter dem Namen *Goniatites*

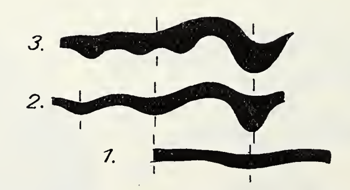


Fig. 10. Drei Suturen des *Goniatites bisulcatus* Roem. Nach Branca.

bisulcatus Roem. abgebildeten Spezies die Frage der Entstehung des Lateralsattels eher zugunsten einer Spaltung des Laterallobus entschieden werden zu müssen. Ich glaube nicht, daß es möglich sein dürfte, aus der nebenstehenden Abbildung einen Beweis gegen die Richtigkeit meiner Auffassung herzuleiten, daß der Lateralsattel in der Sutur *i* aus einer Teilung des Laterallobus und nicht aus einer solchen des Internsattels in der Sutur *h* hervorgegangen sei. Ich halte mich daher berechtigt, die Suturformel für diesen Goniatiten

$$\frac{E_1{}^1}{2} + e_1 + L_3 + l_3 + L_3 + i_2 + \frac{I_2}{2}$$

zu schreiben.

Sehr interessant ist die Entwicklung der Suturlinie bei *Goniatites (Beyrichoceras) micronotus* Phil. Wedekind hat sie nach Branca's Darstellung vollkommen zutreffend gedeutet. Es kann für diese Form wohl keinem Zweifel unterliegen, daß der primäre Laterallobus als Umbilikallobus angelegt wird und daß der erste Laterallobus im Sinne L. v. Buch's aus einer späteren Teilung des zu gewaltiger Breite anschwellenden Externsattels hervorgeht. Die Lage des Einschnittes im Sattelkopf der Sutur *h* in Branca's Fig. IV (Taf. VI) läßt keine andere Deutung zu. Nicht angemessen

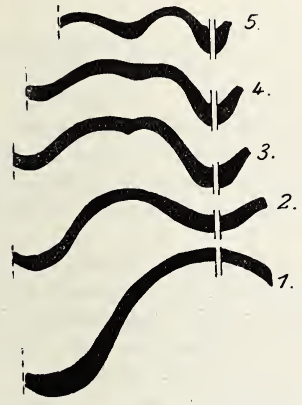


Fig. 11. I., II., III., VII. u. VIII. Sutur von *Beyrichoceras micronotus* Phil. Nach Branca.

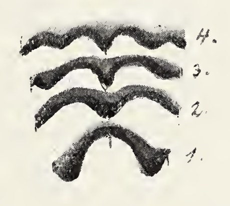


Fig. 12. Die vier ersten Suturen von *Goniatites crenistria* Phil. Nach J. P. Smith.

erscheint mir dagegen die gleiche Deutung für die Entstehung des analogen Laterallobus bei *Goniatites crenistria* Phil. Auch hier liegt nach der Darstellung von J. P. Smith[2] der primäre Laterallobus umbonal. Der auf der Seitenfläche gelegene Lobus erwachsener Exemplare entwickelt sich jedoch nicht aus einer Teilung des Externsattels, sondern schon im dritten Septum aus dem primären Laterallobus selbst. Wenigstens erhalte ich diesen Eindruck aus der Darstellung von J. P. Smith, die den Externsattel ganz unverändert läßt. Da noch in der vierten Sutur (*d*) der den neugebildeten Sattel am Nabelrand begrenzende Lobus der tiefere

---

[1] Der Externlobus ist bei dieser Form wie auch sonst bei einzelnen asellaten Goniatiten ein primäres, schon in der Embryonalsutur angedeutetes Lobenelement (vergl. Branca, l. c. p. 25).

[2] J. P. Smith, Carboniferous Ammonoids of America. l. c. Pl. XVI fig. 1.

ist, so darf man ihn wohl mit Recht als den primären, umbilikal gelegenen Laterallobus ansprechen. Wäre er aus einer Teilung des Internsattels hervorgegangen, so müßte er als ein jüngerer Lobus weniger tief sein[1]. Dieser Ansicht ist offenbar auch J. P. Smith, da er (l. c. p. 72) bemerkt, daß im paranepionischen Stadium die breiten Lateralloben eine Teilung durch Sättel erfahren. Die Suturformel wäre also in diesem Stadium folgendermaßen zu schreiben:

$$\frac{E_2}{2} + e_2 + L_3 + l_3 + L_3 \text{ etc.,}$$

bei *Beyrichoceras micronotus* hingegen:

$$\frac{E_2}{2} + e_3 + E_3 + e_3 + L_1 \text{ etc.}$$

Die Schwierigkeit einer sicheren Deutung der neu entstandenen Suturelemente liegt, abgesehen von der Kleinheit der Objekte, in der sprunghaften Entwicklung der Lobenlinie. Gelegentlich erscheint ein neues Element in einem bestimmten Septum, ohne in dem vorhergehenden Septum angedeutet zu sein. Dann ist seine Deutung als eine Dependenz eines älteren Lobus oder Sattels mehr oder weniger dem subjektiven Ermessen des Beobachters anheimgestellt.

Es darf aber wohl überhaupt die Frage aufgeworfen werden, ob den kleinen Abweichungen in der Entstehung der ersten Suturelemente nicht ein zu hoher systematischer Wert beigemessen wird, wenn man sie wie Wedekind sogar zur Abtrennung von Familien (*Glyphioceratidae* — *Gastrioceratidae*) heranziehen will. Auch ist bisher der Beweis noch nicht erbracht worden, bei der Schwierigkeit der Präparation der innersten Windungen eines Ammoniten in absehbarer Zeit wohl auch kaum zu erbringen, daß der Art der Lobenentwicklung in den ersten Septen wirklich ein so hoher Grad von Beständigkeit zukommt, um ihre, andere systematische Merkmale überragende Bewertung zu rechtfertigen. Wenn man annimmt, daß in diesem Punkte geringere Variabilität herrsche als in anderen Beziehungen, so ist eine ausreichende Grundlage für diese Annahme, strenge genommen, nicht vorhanden, da es vorläufig wenigstens noch an Anhaltspunkten für eine Beurteilung des Grades von Beständigkeit fehlt, welche in dieser Hinsicht bei äußerlich ähnlichen Formen herrscht.

Bei dieser Gelegenheit mag noch ein Punkt erörtert werden, in dem Wedekind's Terminologie der Ammonitensutur mit der

---

[1] Vergl. Wedekind's Bemerkungen über die Lobenentwicklung bei *Simbirskites* (l. c. p. 98). „Da bei Jugendwindungen der zuletzt gebildete Lobus naturgemäß der kleinste ist, so kann er auch auf der Septalfläche ohne weiteres als neues Lobenelement erkannt werden.“

sonst üblichen in Konflikt gerät. Er betrifft die Bezeichnung des Laterallobus im Sinne L. v. Buch's bei *Beyrichoceras micronotus* und *Tornoceras simplex*, d. h. bei Formen mit umbonal gelegenem primärem Laterallobus, deren eigentlicher Seitenlobus aus einer Spaltung des Externsattels in sehr frühen Entwicklungsstadien der Sutur hervorgeht.

Wedekind[1] bezeichnet diesen Lobus, der schon im Adoleszentenstadium an Tiefe dem Externlobus gleich ist und die Funktion eines einzigen wirklichen Seitenlobus übernimmt, als Adventivlobus. Legen wir Branca's Abbildung der Suturlinie von *Beyrichoceras micronotus* bei einem Durchmesser von 13 mm (Taf. IV, Fig. IV 1) unseren Betrachtungen zugrunde, so würde die Suturformel nach Wedekind lauten:

$$M.\ E.\ A_I,\ L_u,$$

bezw. nach Noetling:

$$m_4 + E_4 + e_3 + E_3 + e_3 + L_1$$

Auch hier verdient Noetling's Terminologie den Vorzug, weil sie ganz klar die Entstehung des Lobus E_3 aus dem Externsattel zum Ausdruck bringt und in der Suturformel eine besondere Signatur vermeidet. Bei der Aufstellung des Terminus „Adventivloben“ ist zunächst so wenig als bei L. v. Buch's und A. d'Orbigny's Bezeichnungen „Lateralloben“ oder „Hilfsloben“ ein genetisches Moment ins Auge gefaßt worden. Die Anwendung der Terminologie Wedekind's würde in diesem Falle zur Folge haben, daß *Beyrichoceras micronotus* bei einem Durchmesser von 13 mm gar keinen Laterallobus außerhalb der Naht besitzt, also überhaupt nur einen einzigen Hauptlobus im Sinne L. v. Buch's, nämlich den Externlobus. Kein Ammonitenforscher hat bisher den Terminus „Adventivlobus“ in einem solchen Sinne ausgelegt. Man hat von Adventivelementen genau wie von Auxiliarelementen stets nur als von Suturelementen gesprochen, die neben den Hauptelementen auftreten, nicht aber diese ersetzen. Unsere bisher übliche Terminologie und Einteilung der Ammonitensutur geht von morphologischen Merkmalen aus; es ist daher nicht statthaft, den bisher in einem ganz bestimmten Sinne verwendeten Bezeichnungen eine andere Bedeutung unterzuschieben, indem man an Stelle der bisherigen morphologischen die genetische Betrachtungsweise setzt. Der Seitenlobus eines ausgewachsenen Exemplars von *Beyrichoceras micronotus* ist unzweifelhaft der erste Laterallobus im Sinne L. v. Buch's, funktioniert auch in der Sutur als solcher und kann daher dieser Bezeichnung in der Diagnose nicht aus dem Grunde verlustig gehen, weil seine Entstehung eine andere ist als bei *Goniatites crenistria* oder bei *Glyphioceras diadema*. Wohl aber

[1] Beiträge zur Kenntnis der oberkarbonischen Goniatiten. l. c. p. 11.

kann die verschiedene Entstehungsweise in einer Suturformel ihren Ausdruck finden, die wie jene Noetling's ausschließlich das genetische Moment berücksichtigt, in der aber dann Adventivelemente ebensowenig wie Auxiliarelemente durch besondere Signaturen gekennzeichnet werden dürfen.

Mit anderen Worten: Berechtigt sind beide Einteilungen der Ammonitensutur, jene L. v. Buch's, die von der fertigen Lobenlinie ausgeht und deren morphologische bezw. ethologische Verhältnisse der Diagnose zugrunde legt, und jene Noetling's, die allein das genetische Moment berücksichtigt und jedes einzelne Lobenelement nur mit Rücksicht auf die Art und Zeit seiner Entstehung mit einer entsprechenden Signatur bezeichnet. Unstatthaft aber ist die von Wedekind versuchte, angeblich zur Vereinfachung der Noetling'schen Suturformel ersonnene Vermischung beider Einteilungsprinzipien.

Ich kann in einer Suturformel sehr wohl zum Ausdruck bringen, daß der erste Laterallobus von *Beyrichoceras micronotus*, der auf diese Bezeichnung genau denselben Anspruch hat wie der erste Laterallobus von *Goniatites crenistria*, aus einem Zerfall des primären Externsattels hervorgegangen und nicht mit dem primären Laterallobus identisch ist, aber ich darf ihn so wenig einen Adventivlobus nennen, als ich dem Nabellobus, d. i. dem primären Laterallobus, den Namen „Erster Laterallobus" im Sinne der üblichen Terminologie beilegen darf. Morphologisch betrachtet besitzen beide hier genannten Ammonitenspezies ganz gleichmäßig einen Externlobus, einen Externsattel, einen Laterallobus, einen Lateralsattel und einen Naht- oder Umbilikallobus. Die genetische Betrachtungsweise ergibt für die äußere Schalenhälfte des *Goniatites crenistria* den Besitz eines aus der Teilung eines primären Externsattels hervorgegangenen Externlobus, eines Externsattels, eines primären Laterallobus und eines aus der Spaltung eines ursprünglichen Internsattels entstandenen Sattels und Lobus (des Umbilikallobus), für *Beyrichoceras micronotus* hingegen den Besitz von zwei aus dem primären Externsattel in zwei verschiedenen Entwicklungsstadien der Sutur hervorgegangenen Loben und Sätteln und des primären Laterallobus (des Umbilikallobus).

Fassen wir die Ergebnisse dieser kritischen Untersuchungen zusammen, so scheinen mir aus denselben die folgenden Tatsachen hervorzugehen.

Für die Diagnose der Ammonitengenera dürfte auch fernerhin die bisher übliche auf den Arbeiten L. v. Buch's und A. d'Orbigny's beruhende Einteilung und Terminologie der Suturlinien beizubehalten sein. Sie wird gelegentlich mit Vorteil durch die neue, ausschließlich das genetische Moment berücksichtigende Einteilung und Terminologie Noetling's ergänzt, aber keineswegs ersetzt werden können. Unzweckmäßig erscheint mir dagegen eine Terminologie, die durch

die Einführung von Bezeichnungen wie Umschlagloben, Adventivloben die Einheitlichkeit der genetischen Betrachtungsweise stört.

Eine bemerkenswerte Schwäche der auf das genetische Moment gegründeten Terminologie der Suturelemente liegt — abgesehen von den Schwierigkeiten in der Praxis — in der Unmöglichkeit, auf diesem Wege nur wirklich homologe Elemente zu erhalten, wie dies von Noetling und Wedekind erwartet worden ist. Die Lateralelemente latisellater und angustisellater Ammoniten sind nicht homolog. Auch die primären Externloben gewisser asellater Goniatiten sind den Externloben aller übrigen Ammoniten nicht homolog, bei denen der Externlobus erst in der zweiten Sutur aus einem Zerfall des primären Externsattels sich bildet. Denn bei den letzteren ist der Externsattel, bei den ersteren der Externlobus das primäre Suturelement.

Eine weitere Schwäche liegt darin, daß in nicht wenigen Fällen dem paläontologischen Taktgefühl des Beobachters die Entscheidung der Frage überlassen bleiben muß, ob ein neu gebildetes Suturelement der Spaltung eines Sattels oder eines Lobus seine Entstehung verdankt.

Für die Exaktheit einer Suturformel erscheinen mir Ordnungsindizes unerlässlich. In Anbetracht des sehr verschiedenen Verhaltens der Ammonitengenera in dieser Richtung ist es keineswegs gleichgültig, festzustellen, in welcher Entwicklungsphase der Sutur Mediansattel oder Internlobus sich gebildet haben. Auch in diesem Punkte verdient daher Noetling's nach den hier mitgeteilten Vorschlägen modifizierte Bezeichnungsweise vor jener Wedekind's den Vorzug.

Unbedingt notwendig jedoch erscheint es mir, die aus der alten und neuen Einteilung und Terminologie der Ammonitensutur sich ergebenden Bezeichnungsweisen strenge getrennt zu halten und keinen der guten alten Termini seiner ursprünglichen Bedeutung durch Verwendung in einem abweichenden Sinne zu berauben. Das gilt vor allem für die Ausdrücke: Erster Laterallobus und Adventivloben. Nicht jeder erste Laterallobus ist zugleich der primäre Laterallobus.

Von Gesetzen der Lobenentwicklung im Sinne Noetling's zu sprechen, scheint mir in Anbetracht der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die ein bestimmtes Gesetz beinahe ausschließen, nicht am Platze. Sattelspaltungen vollziehen sich bald nach dem ventropartiten, bald nach dem dorsopartiten, bald nach dem alternierenden Typus. Hauptelemente treten teils in der Primärsutur, teils in jüngeren Entwicklungsstadien zu verschiedenen Zeiten zum ersten Male auf. Die Entstehung des Externlobus ist in der Regel an die zweite Sutur gebunden, dennoch ist bei manchen asellaten Goniatiten der Externlobus das erste und einzige primäre Suturelement. Der Internlobus tritt bald als ein primäres, bald als ein Suturelement jüngerer Ordnung auf. Der Mediansattel wird manchmal schon in der zweiten Sutur zu-

gleich mit dem Externlobus sichtbar, in der Regel jedoch erst später. Vielen paläozoischen Goniatiten fehlt er bekanntlich vollständig. Ein Lateralsattel und ein interner Laterallobus können bei angustisellaten Ammoniten primäre Suturelemente sein und dann entweder persistieren oder in der zweiten Sutur wieder verschwinden. Aus jedem primären Lobus und Sattel — mit alleiniger Ausnahme des Internlobus, dessen Gegensattel doch kaum jemals die Bedeutung eines selbständigen Suturelements erreicht — können durch Teilung neue Suturelemente zu sehr verschiedenen Zeiten hervorgehen. Aber auch unter den aus einem Zerfall des primären Internsattels entstandenen Loben besitzt mindestens einer — Wedekind's Suturallobus — die Fähigkeit, sich weiter zu spalten, während sonst in der Region zwischen Laterallobus und Internlobus die Teilung ein Vorrecht der Sättel zu sein scheint.

Dabei muß stets die Tatsache im Auge behalten werden, daß es ontogenetische Beobachtungen an einer im Vergleich zur Gesamtzahl der Ammoniten verschwindenden Menge von Spezies sind, die uns bereits eine solche Mannigfaltigkeit des Modus der Lobenentwicklung kennen gelehrt haben. Man darf daher wohl mit Recht annehmen, daß diese Mannigfaltigkeit durch die bisher bekannten Typen noch keineswegs erschöpft ist.

Nachschrift. In der am 1. November 1916 ausgegebenen No. 22 dieses Centralblattes finde ich in einer Arbeit Wedekind's „Zur Systematik der Ammonoidea“ eine Erwiderung auf meine Kritik seines Entwurfes einer Ammonitensystematik. Da es mir nach der Meinung des Autors leider versagt blieb, den eigentlichen Sinn seiner Ausführungen zu verstehen (p. 534), erscheint mir eine Polemik mit ihm zwecklos. Der Leser, der unsere beiden Abhandlungen aufmerksam miteinander vergleicht, wird ohnehin finden, daß Wedekind nur in unwesentlichen Punkten einen Widerspruch erhebt, der zumeist einen Streit um Worte (Adventivkerben!) darstellt, jedoch gerade auf die wichtigsten Einwände gegen seine Systematik überhaupt nicht eingeht. Ich sehe keinen Anlaß, von den Grundgedanken meiner Arbeit abzugehen, nämlich: 1. Die Hauptabteilungen der Ammoniten können nur auf Grund ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung ermittelt werden und lassen sich nicht in den Rahmen von Diagnosen einpressen, die aus dem Studium eines Einzelmerkmals abgeleitet worden sind. 2. Zwischen Sutur und Inzision besteht nur ein gradueller Unterschied. Adventivloben gehen aus ursprünglichen Inzisionen der Hauptelemente hervor, und es ist lediglich Sache des Sprachgebrauches, ob man in Grenzfällen den einen oder anderen Terminus zur Anwendung bringen will. 3. Die Mannigfaltigkeit der Inzisionen wird durch die Aufstellung eines unipolaren und bipolaren Typus nicht erschöpft.

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer †, in Marburg
Fr. Frech †, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin

Jahrgang 1917

Mit zahlreichen Figuren im Text



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele)

Druck der K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Seite

Beckenkamp, J.: Kristallstruktur und chemische Valenz 97
— Ueber die Struktur der kristallisierten Formen des Siliciumdioxyds SiO_2, des Eisenbisulfids FeS_2, des Zinksulfids ZnS und des Calciumcarbonats 353. 393
— Zur Struktur der Mineralien der Calcit- und der Aragonit-Reihe 25
Berberich, Paul: Ueber Justierung schlecht reflektierender Kristalle 1
Bergt, W.: Die Stellung der Gabbroamphibolite des sächsischen Granulitgebirges im System der Eruptivgesteine 487
Berwerth, F.: Können die Tektite als Kunstprodukte gedeutet werden? (Eine Bejahung) 240
Blanck, E.: Ueber den Stickstoffgehalt des Phonoliths 308
Bock, Hermann: Der Korallenfundpunkt im Lurloch bei Semriach 137
Broili, F.: Eine neue Crustaceen- (Mysidaceen-) Form aus dem lithographischen Schiefer des oberen Jura von Franken 426
Brouwer, H. A.: Studien über Kontaktmetamorphose in Niederl.-Ostindien 477
Bruhns, W. und Werner Mecklenburg: Ueber die sogenannte Kristallisationskraft 123
Busz, K. und M. Waterkamp: Monazitführender Granit aus dem Trachyttuff von Königswinter 169
Deecke, W.: Die Trias der Schweizer Alpen und damit zusammenhängende Fragen 5
Diener, C.: Ueber eine neue Art des Genus Gymnites (G. spiniger) aus dem bosnischen Muschelkalk 110
Doelter, C.: Zur Frage nach der Zusammensetzung der Pyroxene 185
Dornyay, Béla: Zur Altersfrage des „Chocsdolomites“ 179
Friren, Nachruf für August 310
Fromme, J.: Analyse des Gadolinits des Radautals 305
Grandinger, H.: Ein neues Vorkommen von Kieseritkristallen . 49
Grühn, A. und A. Johnsen: Künstliche Schiebung im Rutil . . 366
Haarmann, Erich: Zur tektonischen Geschichte Mexikos 176
Hilber, V.: Das Geschlecht der Gattungsnamen auf ites 310
Huene, F. v.: Eine interessante Wirbeltierfauna im Buntsandstein des Schwarzwaldes 89
Jaekel, Otto: Mein Schlußwort zu den Angriffen der Herren Branca und Pompeckj gegen mich und meine Richtung in der Paläontologie 374

Seite
Johnsen, A.: Die einfachsten Bahnen der Atome während der Schiebungen im Eisenglanz und Korund 433
— Ueber die Bedeutung der OSTWALD'schen Impfschwelle . . . 87
Kalb, Georg: Gesetzmäßige Kristallisation des Natriumchlorids auf Glimmer 145
Kräusel, R.: Ueber die Variation der Blattform von Ginkgo biloba L. und ihre Bedeutung für die Paläobotanik 63
Lachmann †, R.: Ekzeme und Tektonik 414
Lange, Erich: Trigonia Smeei SOWERBY und ihre horizontale Verbreitung 492
Leidhold, Cl.: Ueber die Verbreitung der Ostrakoden im Unterdevon rheinischer Fazies 163
Leitmeier, Hans: Die Genesis des kristallinen Magnesites . . . 446
— Pisanit vom Lading in Kärnten 321
Leitmeier, H. und M. Goldschlag: Xanthosiderit von Schendlegg. Ein Beitrag zur Kenntnis der Bildung von braunem Glaskopf 473
Meyer, Hermann L. F.: Hilfsmittel bei Benutzung geologischer Karten 20
Mügge, O.: Ueber die einfachen Schiebungen am Zinn und seine Zustandsänderung bei 161° 233
— Ueber die Ursache des damaszierten Schimmers beim Lievrit 82
— Weiterwachsen von Orthoklas im Ackerboden 121
Mylius, H.: Schraubstock oder Brandung in den Alpen? 454
Nacken, R.: Beobachtungen über die Kristallisationsgeschwindigkeit in unterkühlten reinen Schmelzen 191
Niggli, Paul: Zur Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums (verallgemeinerte Symmetrielehre) 313
Nopcsa, Franz Baron: Ueber Dinosaurier 203. 332
Oppenheim, Paul: Ueber das Alter der Libyschen Stufe ZITTEL's und eine neue Stephanophyllia (St. Schweinfurthii n. sp.) aus den Blättertonen des Danien in Aegypten 41. 55
Redlich, K. A.: Zu H. Leitmeier's Artikel: Zur Kenntnis der Carbonate. II. 52
Richter, Rud. und E.: Bemerkungen über das Schnauzenschild (Scutum rostrale) bei Homalonoten 114
— Ueber die Einteilung der Familie Acidaspidae und über einige ihrer devonischen Vertreter. (Vorläufige Mitteilung.) 462
Rinne, F.: Die Kristallwinkelveränderung verwandter Stoffe beim Wechsel der Temperatur. II. 73
Rose, Herm.: Kristallographische Konstanten einiger künstlicher Kristalle 85
Rózsa, M.: Die Entstehung der Zechsteinsalzlager aus chemisch-geologischen Gesichtspunkten 35
— Jodgehalt und Laugeneinschlüsse im Zechsteinsalzlager . . . 172
— Ueber die Entstehung des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits 490
Scharizer, Rudolf: Einfache Demonstration der Reflexkegel beim Lauephotogramm mittels gewöhnlichen Lichtes 127
Schumoff-Deleano, Vera: Synthetische Versuche zur Pyroxengruppe 290
Semper, Max: Was ist eine Arbeitshypothese? 146
Soergel, W.: Zur Abstammung des Elephas antiquus Falc. . 213. 254
Stiny, Josef: Basaltglas vom Steinberge bei Feldbach 128
— Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung von Bruck a. d. Murr 407
Tertsch, Herm.: Trachtstudien an einem geschichteten Turmalinkristall 273

Seite

Weiler, Wilhelm: Ueber das Vorkommen von Mosbacher Sanden am Eingang ins Pfrimmtal bei Worms 496
Woldřich, Jos.: Machairodus im Höhlendiluvium von Mähren und Niederösterreich 134

Bücherbesprechungen.

Diener, C.: Untersuchungen über die Wohnkammerlänge als Grundlage einer natürlichen Systematik der Ammoniten 267
Doelter, C.: Handbuch der Mineralchemie 23
Ehrenberg, P.: Die Bodenkolloïde 429
Groth, P.: Chemische Kristallographie 432
Halle, Bernhard: Handbuch der praktischen Optik 95
Rieke, Reinhold: Die Arbeitsmethoden der Silikatchemie 351
Sachs, A.: Die Bodenschätze der Erde: Salze, Kohlen, Erze, Edelsteine 390
— Die Grundlagen der schlesischen Montanindustrie 391
Schaffer, F. X.: Grundzüge der allgemeinen Geologie 498
Tornquist: Geologie I 498
— Grundzüge der allgemeinen Geologie 498
Vetter, Rudolf: Beiträge zur Kenntnis der analytischen Eigenschaften der Kohlenstoffmodifikationen und orientierende Versuche über ihre Existenzbedingungen 139

Personalia.

Abel, Othenio 392
Andrée, Adolf 168
Benecke, Ernst Wilhelm . . . 144
Branca, Wilh. 144
Bücking, Hugo 392
Henglein, M. 392
Hezner, Laura 24
Hintze, C. † 72
Kossmat, Fr. 272
Kranz, W. 23
Lachmann, Richard † 68
Milch, L. 232
Nacken, Rich. 432
Pompeckj, J. F. 183. 312
Simon, Maximilian 183
Versluys, Jan 96
Wedekind, R. 392. 472
Wepfer, E. 24

Sachregister
zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1917.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.

Acidaspiden, Einteilung 462.
Ackerboden, Weiterwachsen von Orthoklas 121.
Aegypten
Danien, Stephanophyllia 41. 55.
Notidanus microdon, ob. Kreide 60.
Akromegalie 333.
Alaunkristalle, Wachstum 125.
Alpen
Schraubstock oder Brandung 454.
Schweiz, Trias 5.
Alpine Faltenbildung 459.
Ammoniten
Gymnites spiniger, Bosnischer Muschelkalk 110.
Wohnkammerlänge als Grundlage einer natürlichen Systematik 267.
Ancyropyge, Devon 463.
Anhydritischer Sylvin-Halit, Südharz 490.
Apparate, Justierung schlecht reflektierender Kristalle 1.
Aragonitreihe, Struktur 25.
Arbeitshypothese 146.
Arbeitsmethoden der Silikatchemie 351.
Atom, Kristallstruktur 110.
Atomanordnung beim Kalkspat 34.
Atome, Bahnen während der Schiebungen im Eisenglanz u. Korund 433.
Augit, Kristallwinkelveränderung bei Temperaturwechsel 73.
Auria praeziczac, Kreide, Aegypten 55.
Australit 245.
Bahnen der Atome während der Schiebungen im Eisenglanz u. Korund 433.
Bakony, Trias, Fossilien 181.
Basaltglas, Steinberg bei Feldbach, Steiermark 128.
Bergbau Schlesiens 391.
Beyrichia, Unt. Devon 167.
Biancone, Kreide, Giswyler Stöcke 16.
Blattform von Ginkgo biloba, Variation 63.
Bleicherode, anhydritischer Sylvin-Halit, Entstehung 492.
Bodenkolloide 429.
Bodenkunde, Kolloidchemie 430.
Bodenschätze der Erde 390.
Bollia varians 167.
Bosnien, Gymnites spiniger, Muschelkalk 110.
Brandung oder Schraubstock, Alpen 454.
Bruck a. d. Murr, Porphyrabkömmlinge 407.
Buntsandstein, Schwarzwald, Wirbeltierfauna 89.
Caesiumdithionat, Kristalle 85.
Calcitreihe, Struktur 30.
Calciumcarbonat, Struktur 353. 393.
Carbonate, Bildung 52.
Ceratocephala 462.
Chemische Kristallographie, P. Groth, 4. Teil 432.
Chemische Valenz u. Kristallsstruktur 97.
Chocsdolomit, Altersfrage 179.
Cidaris dorsata, Trias, Bakony 81.
Crinoidenreste, in Magnesit umgewandelt 453.
Cristobalit, Kristallstruktur 353. 393.
Crustaceen-Form (neu), ob. Jura, Franken 426.
Cryphaeus, Gees 472.
Danien, Aegypten, Fauna 48.
Daonella cf. Pichleri u. cf. tyrolensis, Trias, Rosenberg 181.
Deckentheorie, Alpen 461.

Deformation, Kristallschiebung 433.
Devon
Acidaspiden 462.
Ancyropyge 463.
Lichatiden, Gees 471.
Ostrakoden 163.
Diamant, Existenzbedingungen 139.
Diceras-Kalk, Mythen 16.
Dicranurus, Devon 463.
Diluvium, Mähren u. Niederösterreich, Machairodus moravicus 134.
Dinosaurier
Riesenformen 332.
Systematik 203.
Diskontinuum, Kristallsymmetrielehre 313.
Dolomitbildung 53. 447.
Dolomit, Gitter 406.
Drepanella serotina 167.
Dünnschliffherstellung 96.
Edelsteine der Erde 390.
Einschlüsse von Laugen u. Jodgehalt im Zechsteinsalzlager 172.
Eisenbisulfid, Struktur der krist. Formen 353. 393.
Eisenerze, Schendlegg 473.
Eisenglanz u. Korund, Bahnen während der Schiebungen 433.
Ekzeme u. Tektonik 414.
Elephas antiquus, Abstammung 213. 254.
Encrinus cassianus, Trias, Rosenberg 181.
Eocän, Niltal, Gliederung 43.
Epidot, Bruck a. d. Murr, Vork. 409.
Erze der Erde 390.
Erzlagerstätten
Eisenerze, Schendlegg 479.
Schlesien 392
Lading, Kärnten, Kupfererze 321.
Faltenbildung, Alpen 459.
Feldbach, Basaltglas vom Steinberg, Analyse 128.
Feldspat (Orthoklas), Weiterwachsen im Ackerboden 121.
Francocaris Grimmi, ob. Jura, Franken 426.
Franken, ob. Jura, Francocaris Grimmi 427.
Fuldagebiet, Ekzeme u. Tektonik 425.
Gabbroamphibolite, sächs. Granulitgebirge 487.
Gebirgsbildung, Mexiko 176.
Gelster Talgraben, Ekzeme u. Tektonik 420.
Geologie
allgemeine, Tornquist 1916. 498.
Grundzüge, F. X. Schaffer 498.
Geologische Karten, Hilfsmittel bei Benutzung 20.
Gesteine, nutzbare, Schlesiens 392.
Ginkgo biloba L., Variation der Blattform 63.
Giswyler Stöcke, Stratigraphie 16.
Gitterschiebung 434.
Glasschlieren im Basalt 129.
Gleitflächen, Zinn 236.
Glimmer, Auskristallisation von Natriumchlorid darauf 146.
Gräben, nichttektonische, im Harz, Thüringer Wald und Rhein. Schiefergebirge 417.
Granitkontakte, Pamusia, Sumatra 477.
Graphit, Existenzbedingungen 139.
Grenzflächenspannungen 88.
Gymnites spiniger, Muschelkalk, Bosnien 110.
Gyroporella, Trias, Rosenberg 181.
Handbuch der prakt. Optik (B. Halle) 95.
Harz
(Süd-), Anhydritischer Sylvin-Halit, Entstehung 490.
nichttektonische Gräben 417.
Harzgebiet, ekzematische Erhebung 426.
Helix arbustorum, bidens, hispida u. pulchella, Mosbacher Sand bei Worms 498.
Hildesheim, Kieseritkristalle 49.
Hilfsmittel bei Benutzung geol. Karten 20.
Homalonoten, Schnauzenschild 114.
Hornblende, Kristallwinkelveränderung bei Temperaturwechsel 73.
Hornfelse, Sinamarfluß, Sumatra 483.
Hundelshausen, Zechsteingips 419.
Hypostom von Homalonotus 118.
Hypsilophodon, Schädelbasis 339.
Iguanodon 339.
Impfsehwelle Ostwalds, Bedeutung 87.
Jodgehalt u. Laugeneinschlüsse im Zechsteinsalzlager 172.
Justierung schlecht reflektierender Kristalle 1.
Kalisalze
Kieseritkristalle, Hildesheim 49.
Zechstein, Entstehung 35.
Karlsbad, Orthoklas, Weiterwachsen im Ackerboden 121.
Kärnten, Lading, Pisanit, Analysen 321.
Kieserit, Hildesia, Hildesheim, Krist. 49.
Kinetische Kristalltheorie 403.

Klippen, Schweizer Alpen 17.
Kloedenia Kayseri 167.
Kohlenlager der Erde 390.
Kohlenstoffmodifikationen, analyt. Eigenschaften, Existenzbedingungen 139.
Kolloide in Land- u. Forstwirtschaft 429.
Königswinter, monazitführender Granit aus dem Trachyttuff 169.
Kontaktmetamorphose, Niederl.-Ostindien 477.
Kontinentalverschiebungen 147.
Korallen, Lurloch bei Semriach 137.
Korund, Schiebung u. Struktur 436.
Kreide, Danien, Aegypten, Fossilien 55.
Kristallbearbeitung unter Berücksichtigung ihrer optischen Eigenschaften 95.
Kristalle, Justierung schlecht reflektierender 1.
Kristallisationsgeschwindigkeit in unterkühlten reinen Schmelzen 191.
Kristallisationskraft 123.
Kristallographie, chemische, von P. Groth. 4. Teil 432.
Kristallogr. Konstanten künstlicher Kristalle 85.
Kristallschiebungen im Eisenglanz u. Korund 439.
Kristallstruktur u. chemische Valenz 97.
Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums 313.
Kristalltheorie, kinetische 403.
Kristallwinkelveränderung verwandter Stoffe bei Temperaturwechsel 73.
Kupfer-Eisensulfate, Lading, Kärnten 326.
Labyrinthodonten, Buntsandstein, Schwarzwald 90.
Lading, Kärnten, Pisanit, Analyse 321.
Lauephotogramm, Reflexkegel 127.
Laugeneinschlüsse im Zechsteinsalzlager 172.
Leinetal, atektonischer Ursprung 426.
Libysche Stufe, Alter 41. 55.
Lichas armatus u. caudimirus, Devon, Gees 471.
Lievrit, Ursache des damaszierten Schimmers 82.
Limnaea stagnalis u. truncatula 498.
Lithographie-Schiefer, ob. Jura, Franken, neue Crustaceen-Form 426.
Lurloch bei Semriach, Korallenfundpunkt 137.
Machairodus moravicus, Diluvium, Mähren u. Niederösterreich 134.
Magnesit
(kristallin), Genesis 446.
Sattlerkogel, Veitsch, Bildung 53.
Magnesitlagerstätten, Bildung 54.
Mähren, Diluvium, Machairodus 134.
Marginella cretacea, Libysche Stufe, Aegypten 57.
Megalosaurus, Schädel 338.
Meteorite, Tektit, ein Kunstprodukt? 240.
Metriodome Ammoniten 271.
Mexiko, Tektonik 176.
Militärgeologie, Dissertation 23.
Mineralchemie, Handbuch 23.
Mineralien, Calcit- u. Aragonitreihe, Struktur 25.
Mitteldeutsche Gräben, Tektonik 422.
Moldawit 248.
Monazitführender Granit, Königswinter 169.
Montanindustrie Schlesiens, Grundlagen 391.
Mosbacher Sande, Pfrimmtal bei Worms, Vork. 496.
Murrgebiet, Porphyrabkömmlinge, Analysen 408.
Mysidaceen-Form, (neu), ob. Jura, Franken 426.
Mythen, Tektonik 13.
Natriumchlorat, Impfschwelle 87.
Natriumchlorid auf Glimmer, gesetzmäßige Kristallisation 145.
Nautilus, Wohnkammer 268.
Nekrolog
Andrée, Adolf 168.
Hintze, C. 72.
Lachmann, Richard, gefallen 68.
Simon, Maximilian 183.
Neubildung, Feldspat im Ackerboden 123.
Niederländisch-Ostindien, Kontaktmetamorphose 477.
Niederösterreich, Diluvium, Machairodus moravicus 134.
Notidanus microdon, ob. Kreide, Aegypten 60.
Odontopleura = Acidaspis 462.
Optik, prakt. Handbuch (B. Halle) 95.
Orthoklas, Weiterwachsen im Ackerboden 121.
Orthomerus, Schädelbasis 340.
Orthopoda, Schädel 339.
Oesterreich-Ungarn, Bosnien, Muschelkalk, Gymnites spiniger 110.

Oesterreich-Ungarn
Lading in Kärnten, Pisanit, Analyse 321.
Mähren u. Niederösterreich, Machairodus moravicus 134.
Schendlegg, Xanthosiderit, Analyse 477.
Semriach, Korallenfundpunkt im Lurloch 137.
Steiermark, Steinberg bei Feldbach, Basaltglas 128.
Ostrakoden, Unterdevon, rheinische Fazies 163.
Paläontologie, Branca-Pompeckj-Jaekeldisput 374.
Palaeopsammia Zitteli, Kreide, Aegypten 58.
Pamusian, Sumatra, Granitkontakte 477.
Pattalophyllia aegyptiaca 59.
Patula ruderata, Mosbacher Sande, Pfrimmtal bei Worms 498.
Pecten (Parvamussium), Kreide, Aegypten 57.
— Valonensis, Freiburger Alpen 13.
Perm, Zechsteinsalze, Entstehung 35.
Perugia, Elephas meridionalis, Molare u. Zähne 254.
Pflanzen, Ginkgo biloba, Variation der Blattform 63.
Pfrimmtal bei Worms, Mosbacher Sande, Vorkommen 496.
Pisanit, Lading, Kärnten, Analyse 321.
Pisidium amnicum, Mosbacher Sande, Wormser Gegend 498.
Planorbis-Arten, Mosbacher Sande, Pfrimmtal bei Worms 498.
Plataeosaurus 337.
Pleurotoma libyca, Kreide, Aegypten 57.
Polierbänke 96.
Porphyrabkömmlinge, Bruck a. d. Murr, Analysen 407.
Präpubis, abgelehnter Ausdruck 351.
Primita Jonesi u. mundula, Unterdevon 167.
Pubis der Orthopoden 348.
Pyroelektrizität, zentrisch, sym. Kristalle 403.
Pyroxene, Zusammensetzung 185.
Quartenschiefer, Trias, Schweizer Alpen 5.
Quarz, Struktur 353. 593.
Queenstownite, Kunstprodukte 240.
Reflexkegel beim Lauephotogramm, Demonstration 127.
Retzia trigonella, Trias, Schweizer Alpen 7.
Rhät, Schweizer Alpen 14.
Rosenberg, Chocsdolomit, Trias 179.
Rötidolomit, Schweizer Alpen 5.
Rubinglimmer, Wasserabgabe beim Erhitzen 84.
Rutil, künstliche Schiebung 366.
Rutilstruktur 370.
Sächsisches Mittelgebirge, Gabbroamphibolite 487.
Salol, Kristallisationsgeschwindigkeit 200.
Salzformung, Ekzeme u. Tektonik 414.
Salzlager
der Erde 390.
Laugeneinschlüsse u. Jodgehalt 172.
Zechstein, Entstehung 35.
Saurischia 337.
Sauropoden 338.
Saxonische Faltung 426.
Scalaria desertorum, Kreide, Aegypten 56.
Schendlegg, N.-Oesterreich, Xanthosiderit 473.
Schiebungen
Eisenglanz u. Korund 433.
Rutil 369.
Zinn u. seine Zustandsänderung bei 161° 233.
Schimmer bei Lievrit, Ursache 82.
Schleifen u. Schleifmittel 95.
Schlesische Montanindustrie, Grundlagen 391.
Schmelzen, Kristallisationsgeschwindigkeit 191.
Schmelztemperatur, Bestimmung 194.
Schnauzenschild bei Homalonoten 114.
Schraubstock oder Brandung in den Alpen? 454.
Schriftenverzeichnis von R. Lachmann 71.
Schweizer Alpen, Trias 5.
Scutum rostrale bei Homalonoten 114.
Selenopeltis, Devon 463.
Sideromelan (Basaltglas), Oststeiermark 128.
Siliciumdioxyd, Struktur der krist. Formen 353. 393.
Silikatchemie. Arbeitsmethoden 351.
Sinamarfluß, Sumatra, Granitkontakte 477.
Sphaerium rivicola, Mosbacher Sande, Wormser Gegend 498.
Stegosaurus, Knochenbau 344.
Steiermark, Steinberg bei Feldbach, Basaltglasvorkommen u. Analyse 128.
Steinberg bei Feldbach, Basaltglas; Vorkommen u. Analyse 128.

Stephanophyllia, Danien, Aegypten 41. 55.
Streptospondylus, Schädelbasis 337.
Strepula annulata 167.
Struktur
Calcit- u. Aragonitreihe 25.
kristallisierter Formen von SiO_2, FeS_2, ZnS u. $CaCO_3$ 353. 393.
Strukturschiebung 435.
Sumatra, Granitkontakte a. d. Westküste 477.
Sylvin-Halit, Südharz, Entstehung 490.
Tatragebirge, Chocsdolomit, Trias 179.
Tektite als Kunstprodukte 240.
Tektonik und Ekzeme 414.
Tektonische Geschichte Mexikos 176.
Temnospondyle, Buntsandstein, Schwarzwald 90.
Terpin, Kristalle 86.
Thecodontosaurus, Schädelbasis 337.
Thermogoniometrische Messungen von Augit u. Hornblende 73.
Theromorphen, Buntsandstein, Schwarzwald 91.
Thyreophora 340.
Trachyttuff mit Monazitgranit, Königswinter 169.
Translation, Raumgitter 316.
Trias
Bosnien, Gymnites spiniger 110.
Fuldagebiet, Tektonik 421.
Karpathen, Chocsdolomit 180.
Rosenberg, Gyroporella 181.
Schwarzwald, Wirbeltierfauna im Buntsandstein 89.
Schweizer Alpen 5.
Tridymit, Kristallstruktur 353. 393.
Trigonia Smeei Sowerby, horizontale Verbreitung 493.
Tyrannosaurus, Schädelbasis 338.
Unterkühlung, Wachstumsgeschwindigkeit 199.
Utschgraben, Murrgebiet, Porphyrabkömmlinge 407.
Valenz u. Kristallstruktur 97.
Valvata antiqua, alpestris, piscinalis u. pulchella, Mosbacher Sande, Wormser Gegend 498.
Variation der Blattform von Ginkgo biloba 63.
Veitsch, Magnesit, Bildung 53.
Verrucano, Schweizer Alpen 6.
Vertebrata, Buntsandstein, Schwarzwald 90.
Wachstumsgeschwindigkeit von Flächenarten 197.
Westalpen, Schraubstockwirkung 460.
Wirbeltierfauna, Buntsandstein, Schwarzwald 89.
Wohnkammerlänge bei Ammoniten 270.
Wormser Gegend, Mosbacher Sande im Pfrimmtal 496.
Wunsiedel, Feldspate, Weiterwachsen im Ackerboden 121.
Xanthosiderit, Schendlegg, Analyse 473.
Zechsteingips, Hundelshausen 419.
Zechsteinsalze, Tektonik u. Ekzeme 417.
Zechsteinsalzlager
Entstehung 35.
Jodgehalt u. Laugeneinschlüsse 172.
Zinksulfid, Struktur der krist. Formen 353. 393.
Zinn u. seine Zustandsänderungen bei 161°, Schiebungen 233.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Justierung schlecht reflektierender Kristalle.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Bergakademie Freiberg.

Von **Paul Berberich** in Freiberg.

Mit 6 Textfiguren.

Bei goniometrischen Beobachtungen von Kristallen, die mehr oder weniger stark mit Wachstums- oder Lösungsakzessorien bedeckt sind, kann es manchmal zweckmäßig erscheinen, die einem bestimmten Reflex entsprechende Oberflächenstelle gleich im Anschluß an die Messung auch unter dem Mikroskop zu studieren und erst nachher weiter zu messen.

Wenn es sich dabei um einen Kristall handelt, der wegen starker Rundung oder Mattheit der Flächen oder anderer Umstände nur mit großer Mühe justiert werden konnte, so wird man aus Scheu vor einer zweiten derartigen Justierung diese wünschenswerte Untersuchung am Mikroskop leicht unterlassen.

Es wird daher von Vorteil sein, eine Vorrichtung zu besitzen, welche gestattet, den einmal mühsam justierten Kristall vom Goniometer abzunehmen und ihn später dort rasch wieder zu orientieren.

Dies wird durch eine Methode erreicht, deren Prinzip folgendes ist:

Man kittet den Kristall auf einen Kristallträger (siehe schematische Fig. 1), dessen Platte *p* nach allen Richtungen gegen den Stiel *z* geneigt werden kann und auch bei jeder Neigung genügend fest stehenbleibt. Dieser Stiel *z* ist genau zylindrisch geschliffen und hochpoliert. Infolgedessen ergibt er ganz analog einem z. B. in der Prismenzone gekrümmten Kristall als Reflex einen je nach der Güte der Politur scharfen Lichtzug.

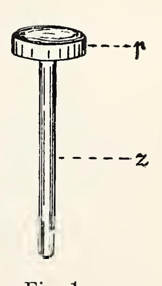


Fig. 1.

Mittels dieses Reflexzuges justiert man bei der erstmaligen Aufsetzung des Kristalls an das Goniometer zunächst auf leichte Weise den Stiel *z* mit Hilfe der Justierschlitten.

Unter Beibehaltung dieser Justierung justiert man darauf durch geeignetes Neigen der Platte *p* den Kristall selbst nach der zu messenden Zone.

Nach diesen beiden Operationen liegt diese Kristallzone parallel zur Krümmung des Stieles *z*.

Nimmt man nun — etwa zum Zwecke der Untersuchung unter dem Mikroskop — den Träger samt Kristall vom Goniometer ab, so ist der schlecht reflektierende und an sich schwer zu justierende

Kristall bei der zweiten Aufsetzung an das Goniometer rasch und sicher wieder justiert, wenn man einfach den gut reflektierenden Trägerstiel *z* justiert.

Nach diesem Prinzip ließ Verfasser den in Fig. 2 abgebildeten Kristallträger anfertigen. Länge 30 mm, Dicke 6 mm. Er besteht aus zwei Teilen.

Der äußere, zylindrisch geschliffene Teil (Fig. 3) ist an einer schmalen Stelle *z* hochpoliert und ist der Länge nach zur Aufnahme des inneren Teiles durchbohrt.

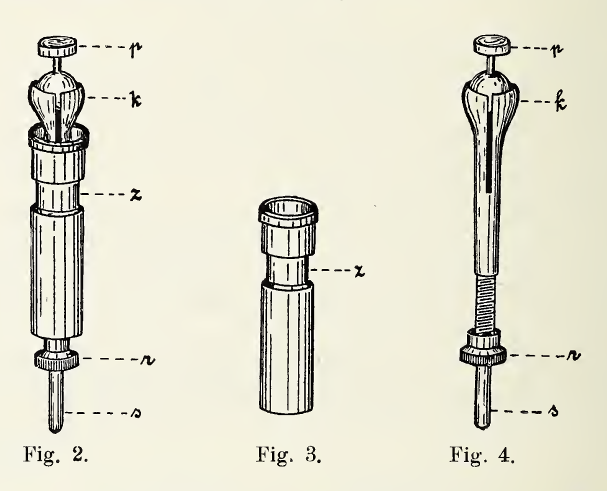


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Dieser innere Teil (Fig. 4) besteht im wesentlichen aus einem die Platte *p* tragenden Kugelgelenk *k* [1]) und läuft nach unten in einen langen Stiel *s* aus. Mittels der Schraube *r* wird dieser innere Teil an den äußeren fest angezogen und zugleich auch das Kugelgelenk arretiert (Fig. 2).

Bei Benützung wird dieser Kristallträger (Fig. 2) an seinem Stiel *s* samt dem auf die Platte *p* gekitteten Kristall an das Goniometer geklemmt, nachdem die Schraube *r* gerade so fest angezogen wurde, daß *p* einerseits leicht genug geneigt werden kann ohne Störung des festgeklemmten Trägers und andererseits in jeder Lage auch fest genug stehenbleibt. Mittels der hochpolierten Stelle *z* wird der Kristallträger justiert.

Der eben beschriebene Kristallträger diente in Verbindung mit einem einfachen Drehapparat dem Verfasser auch zur raschen

[1]) Ein Ersatz des Kugelgelenkes durch zwei kleine Kreisschlitten würde natürlich die Justierung des Kristalls erheblich erleichtern. Die Schlitten könnten auf einen massiven Zylinder aufgeschraubt werden, wodurch der ganze Apparat vereinfacht würde.

Orientierung der Kristalle unter dem Mikroskop. Achse des Drehapparates (Fig. 5) ist der beschriebene Kristallträger. Wird der Apparat mit seinen beiden leicht abnehmbaren Füßchen (*f* in Fig. 6, von unten gesehen) auf den Objekttisch des Mikroskops gestellt, so liegt die Achse senkrecht zum Objektiv.

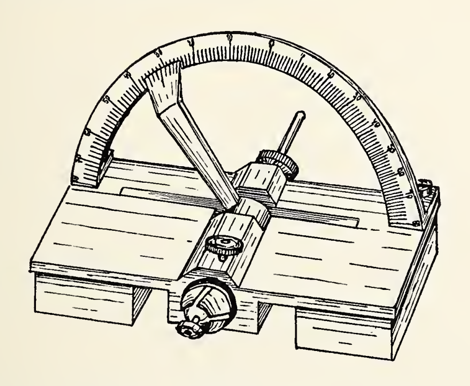


Fig. 5.

Mit Hilfe des die Achse leicht umklammernden und mit einem Nonius versehenen Zeigers lassen sich die Achsendrehungswinkel am Teilkreis auf 5′ genau ablesen, auf 2′ schätzen. Unter der

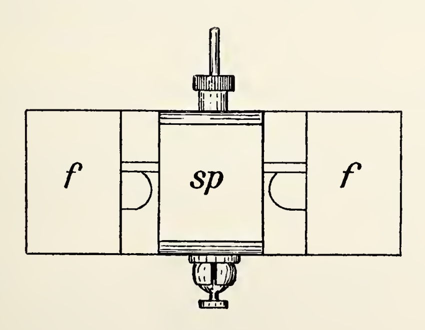


Fig. 6.

Achse, zwischen den Füßchen *f*, ist ein Spiegel *sp* angebracht, der beim Aufsitzen des Apparates auf dem Objekttisch ebenfalls senkrecht zum Objektiv liegt (Fig. 6).

Folgende Aufgaben sind nun leicht auszuführen:

1. Die am Goniometer eben gemessene Kristallzone soll unter dem Mikroskop senkrecht zum Objektiv orientiert werden.

Lösung: Man nimmt den Kristallträger samt Kristall vom Goniometer ab und steckt ihn als Achse in den auf dem Mikroskoptisch stehenden Drehapparat.

2. Ein bestimmtes Flächenelement dieser Zone (das vielleicht auch für Autokollimation am Mikroskop zu schlecht reflektiert) soll unter dem Mikroskop in eine zum Objektiv senkrechte Lage gebracht werden.

Lösung: Man nimmt den Kristallträger samt Kristall vom Goniometer ab, steckt ihn als Achse in den Drehapparat und klemmt ihn dann mit dem Apparat wieder an das Goniometer. Mit Hilfe der Goniometerjustierschlitten (beim zweikreisigen Instrument bequemer mit den Goniometerkreisen) bringt man dann den Reflex der in Frage stehenden Oberflächenstelle des Kristalls in den Fadenkreuzmittelpunkt, worauf man das Goniometer arretiert. Sodann dreht man den Drehapparat um seine am Goniometer feststehende Achse, bis der Reflex des Spiegels *sp* ebenfalls im Fadenkreuzmittelpunkt erscheint und arretiert mit der in Fig. 5 sichtbaren Schraube Apparat und Achse gegenseitig.

Jetzt deckt sich also der Reflex des Spiegels mit dem Reflex der betreffenden Stelle des Kristalls. Spiegel und diese Stelle (Flächenelement) liegen somit parallel. Nach Abnahme des ganzen Apparates vom Goniometer und Aufstellen desselben auf den Mikroskoptisch liegt also das betreffende Flächenelement senkrecht zum Objektiv, nach unten gewandt. Eine einfache Drehung der Achse um 180^0 bringt den Kristall in die gewünschte Stellung[1].

3. Nach den am Goniometer abgelesenen Winkeln läßt sich jetzt jede andere Stelle der betreffenden Kristallzone durch einfache Drehung in diese Lage bringen.

4. Handelt es sich nicht um die Orientierung einer Kristallzone unter dem Mikroskop, sondern soll ganz unabhängig von den goniometrischen Messungen irgendein beliebiges, vielleicht sehr kleines Oberflächenelement in eine zum Mikroskopobjektiv senkrechte Lage gebracht werden, so verfährt man schnell und sicher auf folgende Weise:

Man unterläßt völlig das Justieren des Trägers und des Kristalls und klemmt ohne weiteres wie unter 2. den Drehapparat samt Kristall an das Goniometer. Dort bringt man mit den Justierschlitten (oder den Goniometerkreisen) den Reflex des Spiegels *sp* ins Fadenkreuz und darauf durch Neigung der Platte *p* den Reflex der betreffenden Kristalloberflächenstelle.

Diese letzte einfache Methode hat Verfasser auch bei der photographischen Aufnahme von „Ätzfiguren“ angewandt.

---

[1] Diese Drehung käme in Wegfall, wenn auch auf der Oberseite des Apparates ein kleiner Spiegel angebracht wäre.

Die Trias der Schweizer Alpen und damit zusammenhängende Fragen.

Von **W. Deecke.**

Die Trias der schweizerischen Alpen ist im Verhältnis zu der Massengestaltung des ganzen Gebirges und ebenso verglichen mit der Entwicklung dieser Formation in den Ostalpen ein höchst unbedeutendes Sedimentglied. Sie besitzt indessen großen Wert für die Tektonik, weil sie weithin als erstes leicht erkennbares Schichtpaket (Rötidolomit) über dem Grundgebirge die Lagerung sicherstellt. Neuerdings hat ihre verschiedene Ausbildungsart in den Voralpen, als sogen. alpine Fazies, als ein Hauptbeweis für die Deckentheorie mit ihren enormen Überschiebungen dienen müssen. Gerade deswegen hat mich das Problem der schweizerischen Trias immer interessiert, und ich habe, seit ich mich wieder mit den alpinen Fragen befasse, gerade ihr meine Aufmerksamkeit geschenkt. Ich glaube im Laufe eines Jahrzehnts genug an Ort und Stelle gesehen zu haben, um meine Ansichten aussprechen zu dürfen, d. h. um eine kritische Darstellung der landläufigen Auffassung zu geben. Im Winter 1914 habe ich schon den Kern dieser Ausführungen bei einem unserer Colloquien in Basel vorgetragen, freilich nicht mit dem gewünschten Erfolg, weil die Deckentheorie alles Denken beherrschte. Darüber muß man sich aber dennoch klar werden: läßt sich die sogen. alpine Fazies der Voralpen einigermaßen in ein bekanntes Schema eingliedern, so hört sie auf, als Stütze für große Überschiebungen von Süden her brauchbar zu sein.

Die Trias der Schweizer Zentralalpen gliedert sich in Verrucano, Rötidolomit, Quartenschiefer, wobei man den ersten als Perm und Buntsandstein aufgefaßt hat. Der Rötidolomit ist als Muschelkalk, der Quartenschiefer als Keuper angesehen worden. Über dem letzten ruht Lias mit Belemniten, wodurch das relative Alter sichergestellt ist. Der ganze Komplex tritt in den Glarner Alpen und im Berner Oberlande auf und keilt westlich gegen eine andere, aus Gips, Rauchwacke und hangenden Dolomiten bestehende Serie in den französischen Westalpen aus. Ebenso wird er in den Bündener Alpen durch eine aus Sandstein, Gips- und Dolomithorizonten zusammengesetzte, bisweilen mächtig anschwellende Serie ersetzt. Wie die Simplon- und Gotthardkarte von Schmidt und Preiswerk dartut, ist südlich der Rhône ein Rauchwackenband als integrierender Bestandteil an der Basis der jüngeren Sedimente erhalten, begleitet von marmorisiertem, stellenweise recht mächtigem Dolomit, beide viel gefaltet, überschoben oder ausgewalzt. Noch weiter im Süden bei Lugano und Como, sowie in Fetzen am Ausgange des Langen Sees steht südalpine Trias an mit Verrucano, Muschelkalk, Esinodolomit, Raibler Schichten, die einen Gipshorizont um-

schließen, Hauptdolomit, Rhät. Die Aufnahmen der italienischen Geologen in den Piemonteser Alpen haben schließlich dargetan, daß zum mindesten der Hauptdolomit in den Cottischen und Seealpen mit Gipshorizonten existiert und damit den Anschluß an die Ausbildungsform der westalpinen Trias ermöglicht.

Niemand wird im Zweifel sein, daß die von den Ostalpen über das Seengebiet bis Piemont reichende Fazies etwas anderes ist als die in der Zentralschweiz vorhandene Serie, daß wirklich zwei Faziesgebiete vorliegen, von denen das südliche durch die Gipse und Rauchwacken und die Dolomite besonders gut gekennzeichnet erscheint.

Während nun so von Westen über Süden nach Osten sich im großen und ganzen, wenn auch auf Umwegen, eine Verbindung der verschiedenartigen Triasschichten herstellen läßt, trennt das diluvial bedeckte Molasseland absolut die Alpen von der germanischen Provinz. Diese reicht bis in das schweizerische Juragebirge und trägt in diesem durchweg den normalen süddeutschen Charakter; nur kennen wir die Schichten unterhalb der Anhydritgruppe infolge der tektonischen Prozesse (Abscherung) nicht mehr, wenn sie überhaupt vorhanden waren. Ein unmittelbarer Anschluß der Schweizeralpen-Trias nach Norden war bisher nicht zu gewinnen und die Parallelisierung von Rötidolomit und Quartenschiefer mit Muschelkalk und Keuper war lediglich wegen ihrer petrographischen gleichartigen Aufeinanderfolge mit jenen geschehen.

Am Südrande der breiten Lücke, in der Flyschzone der Kalkalpen, entdeckte man nun triadische Sedimente in den Klippenbergen von Giswyl, in den Mythen und bei Iberg und konstatierte dort Gipshorizonte, Muschelkalk, mächtige Kalkalgen-Dolomite und sogen. Raibler Schichten, deren Gesteine und Folge an die südalpine Fazies erinnern. Daneben wurde aber bei Iberg Rötidolomit beobachtet, und zwar getrennt von jenen ersten. Die südalpinen Schichtentrümmer sollten über das Aaremassiv nach Norden geschoben und mit Tauchfalte an den Nordrand der Alpenkette gelangt sein. Das perlschnurartige Auftreten dieser „Klippen“ längs des nördlichen Alpenrandes, ihre tektonische Verbindung mit dem Flysch und lokal mit sogen. südalpinen Jura- und Kreideschollen gab oft genug den „sicheren Beweis“ für den geschilderten tektonischen Prozeß.

Untersuchen wir nun ohne alle Voreingenommenheit, was eigentlich sicher bekannt ist, und ob sich nicht doch eine Anlehnung dieser Klippenfazies an nördlichere Vorkommen ermöglichen läßt.

Am klarsten sind wir über den Verrucano. Mit Recht sagte C. Schmidt, es sei der nach Norden und Süden abgeschüttelte Schutt der carbonischen Alpenketten. Da aber der Komplex im Norden wesentlich mächtiger ist als im Süden, deutet er an, daß

dort wie bei Beginn der tertiären Alpenfaltung eine tiefere Senke lag, zum mindesten die Höhendifferenzen bedeutender waren. Der Verrucano keilt vom Walensee gegen Süden rasch aus, was man bisher immer als Auswalzungserscheinung gedeutet hat, was aber bei solchen klastischen Gesteinen vielfach durchaus eine primäre Erscheinung sein kann und an vielen Stellen zweifellos ist. Die ihm in jeder Weise homologen Massen des süddeutschen und Thüringer Rotliegenden zeigen dasselbe Verhalten. Ja, sogar der süddeutsche Buntsandstein besitzt noch kräftige Differenzen, da er z. B. in seinem mittleren und unteren Teil bei Freiburg nur 10 m, etwa 20 km nördlich über 120 m Dicke mißt. Da der Verrucano aus den Alpen sich ableitet, verschwindet er in den Zentralmassiven mehr und mehr und zeigt sich erst wieder auf dem Südhange bei Lugano und am Comer See als eine keineswegs bedeutende Schicht (20—30 m) und wird nur dort mächtiger, wo Eruptiva ihm eingeschaltet sind. Auf dieser Südseite ist Zunahme der Mächtigkeit (in der oberen Val Brembana oder mittleren Val Cammonica) bestimmt eine ursprüngliche Sache. Nur auf diesem Südhange vermögen wir nach oben hin das Alter leicht zu begrenzen. Der Schutt wird durchweg feiner, nimmt sandsteinartigen Habitus an und geht in den Komplex über, den wir Servino nennen. Dieser führt an einigen Stellen Gips, also den Gipshorizont I, an anderen liegt darin eine typische Fauna der Werfener Schichten. Diese aus den Venezianer Alpen näher bekannt gewordenen Formen sind kürzlich von Reich am Luganer See nachgewiesen und finden sich überall deutlich unter dem hangenden Kalkhorizont. Dagegen fehlt bei Lugano der Gips. Im Norden ist nirgends eine ähnlich sichere Obergrenze bisher gefunden worden; denn der Rötidolomit gestattet verschiedenartige Deutung. Anderswo, z. B. im Rhätikon und Bünden, ruhen auf den Sandsteinen Gipse und Rauchwacken und Dolomite von nicht näher bestimmtem triadischem Alter. Die Verrucanobildung kann also bis weit in die Trias hineingereicht haben.

Den Verrucano bedecken im Süden Glieder des Muschelkalkes, im Norden der Rötidolomit. Nur der erste ist sicher einzuordnen. Bei Lugano fand C. Schmidt in den grauen dicken Kalkbänken *Retzia trigonella* Schaur. Aber es zeigt sich, daß wie der Servino stark reduziert ist, so auch der Muschelkalk dort nur der Ausläufer östlich gelegener mannigfaltigerer Schichten ist. Wir haben dort nichts von Bernocoluto, nichts von den Perledokalken, dem *Trinodosus*-Niveau, den *Lommelli*-Schichten und der Pietra verde. Die Luganer Gegend wurde damals eben erst vom Meere überspült, und das westlicher gelegene Gebiet war wohl sicher noch Land, höchstens eine Gipspfannenzone.

Erst mit der Dolomitbildung des Esinokalkes setzt die Senkung gründlich ein und greift westlich und nordwestlich vom Luganer See über die alten Massen über (Gipshorizont III).

Bei dieser Gelegenheit ist sofort über die Bedeutung der *Retzia trigonella* als Leitform zu reden. Sie charakterisiert bei Recoaro, in den steirischen Alpen und in Oberschlesien den unteren Muschelkalk; sie dringt in die germanische Trias ein, kommt aber in dieser nur im Trochitenkalk vor (Würzburg, Schwaben, Grötzingen bei Durlach, Heidelberg). Daher darf sie an den Grenzen der deutschen Fazies, also auch in den Iberger Klippen, nur als Muschelkalkfossil, nicht als Leitform für eine bestimmte Stufe desselben benutzt werden. Bei Lugano wird die Sache ähnlich liegen, da die 10 m Kalk dort den ganzen eigentlichen Muschelkalk vertreten. Von den Gyroporellen gilt das gleiche, da sie in Oberschlesien dem Schaumkalk, in Venetien dem Wellenkalk, in Lothringen und Schwaben der Basis des Trochitenkalkes, in den Südalpen erst dem Esinodolomit angehören. Schon diese zwei wichtigen Leitfossilien zeigen, wie es mit der Sicherheit der bisherigen Altersbestimmungen beschaffen ist.

Der Rötidolomit hat bisher gar keine brauchbaren Fossilien geliefert. Er ist ein fossilleerer gelblicher, rötlich verwitternder, kryptokristalliner, in der Mächtigkeit nicht bedeutender Kalk, der häufig stark gedrückt und gequält erscheint. Am Kirchhof bei Innertkirchen oberhalb Meiringen hat Paulcke vor einigen Jahren in ihm einige dürftige Versteinerungen entdeckt, so schlecht erhalten, daß sie noch immer nicht anders als annähernd gattungsweise bestimmbar waren; es soll sich um *Myophoria*, *Nucula*, *Gervillia*, vielleicht auch *Anoplophora* handeln, was gar nichts besagt, außer daß der Rötidolomit mariner Natur ist. Kleine Nuculiden, Gervillien und Anoplophoren-artige Dinge gibt es genug im Rhät; die Myophorie ist nur mit cf. *vulgaris* bestimmt. Verglichen mit der germanischen Fazies kommen Muschelkalk, Lettenkohle und Rhät in Betracht, von denen ich mich, wie im folgenden erörtert werden soll, für rhätisches Alter entscheide. Dann wäre der Rötidolomit kein Äquivalent des Muschelkalkes, sondern eine Kalkbank des allgemein in Mitteleuropa und besonders im Bereiche des variskischen Gebirges transgredierenden obertriadischen Meeres. Die ihn bedeckenden Quartenschiefer stellen den süddeutschen *Zanclodon*-Mergeln oder den südalpinen Azzarola-Schichten gleichartige Gebilde dar und unterteufen den durch Fossilien wieder kenntlichen Lias. Da sie oft unter Belemniten-führendem Lias liegen, ist eine Gleichalterigkeit mit den „Schwaichel" genannten Lias-α-Schichten keineswegs ausgeschlossen, wenigstens an manchen Stellen. Ehe wir aber darauf eingehen, wie ich zu dieser Deutung gelangt bin, müssen wir die Klippenfazies besprechen.

Zwischen den Mythen und Iberg kennt man seit langem einen gips- und rauchwackehaltigen Horizont. In ihm stoßen auf der Zweckenalp dunkle Kalke heraus, meistens in Blöcken sichtbar, und enthalten nach Quereau verkieselte Gyroporellen nebst

Dadocrinus gracilis Schaur.
Retzia trigonella Schaur.
Spiriferina Mentzeli
Terebratula vulgaris Schl.

Isoliert davon beobachten wir im Roggenstock bei Iberg eine gewaltige Masse von fossilleerem grauem Dolomit, unter diesem einen grauschwarzen, arg gedrückten Kalkschiefer, und wieder isoliert, aber im allgemeinen tiefer liegend, an der Mördergrube Rötidolomit, den Hoeck dort zuerst konstatierte, während Quereau ihn schon aus dem Käswalddobel angeführt hatte. Daß hier im Klippengebiet Rötidolomit neben den anderen Schichten vorkommt, ist sehr wichtig. — Die zweite, bis zu gewissem Grade klare Stelle sind die Klippen von Giswyl, welche Hugi untersuchte. Dort erscheinen an der Basis ebenfalls Gipse und Rauchwacke, und zwar in recht bedeutender Ausdehnung. Abermals liegen auf oder in ihnen Blöcke eines Kalkes mit *Retzia trigonella*, und erst darüber erheben sich die klotzigen Massen der Dolomitberge (Schafnase, Gr. Roßfluh, Mändli) mit 500—600 m Höhe, in der Gr. Roßfluh die prachtvolle C-Falte bildend. Der Dolomit mißt ca. 300 m Mächtigkeit und führt an der Basis Gyroporellen oder, sagen wir lieber, schlechte Kalkalgen. — Wieder anders sehen die Fetzen von Trias aus, welche unter dem Jura der Mythenstöcke in der Scharte zwischen Großer und Kleiner Mythe hervorschauen; es sind nämlich bunte oder graue Griffelmergel mit einzelnen kohlige Reste führenden, dünnen, gelblichen Sandsteinbänken und weißlichen knolligen, an Steinmergel des deutschen Keupers erinnernden Schichten. In der Literatur hat man sie „Raibler Schichten" genannt, und auf manchen Diapositiven unseres Instituts, die von Schülern Steinmann's herrühren, sind sie so bezeichnet, auch mir gegenüber von Schweizer Kollegen oft im Gespräche so benannt worden.

Wie diese letzte Parallelisierung zeigt, hat man diese Klippentrias als alpine und im besonderen als südalpine Fazies aufgefaßt. Wie steht es zunächst damit? Nur die mächtige Dolomitbildung läßt sich so erklären, ist aber ganz und gar nichts rein Südalpines, sondern geht von Tirol bis in die Westalpen ganz gleichartig weiter und reicht aus den letzten bis in den Unter-Wallis, wo bei Plex von Lugeon dem Giswyler Kalkalgendolomit gleiche Gesteine nachgewiesen wurden. Höchst irreführend hat die Bezeichnung „Raibler Schichten" gewirkt. Nichts, aber auch gar nichts spricht für eine Identität dieser nordschweizerischen Mergel mit den Vorkommen in der Lombardei. Es fehlen die bunten Tuffsandsteine, die Gipse und Rauchwacke, die gesamte Fauna. Irgend welche Mergel unter einem Dolomit wie am Roggenstock darf man doch nicht nur wegen dieser, vielleicht nicht einmal primären Lage so parallelisieren! Die Schichten in der Mythen-

scharte haben weit mehr Ähnlichkeit mit verdünntem normalen germanischen Keuper, die Mergel des Roggenstocks können *Lommelli*-Zone, Raibler Schichten, Azzarolaschiefer sein, je nachdem man den fossilleeren Dolomit als Esino-, Haupt- oder *Conchodon*-Dolomit auffaßt, ferner in normaler Stellung befindlich oder überkippt ansieht. Der Rötidolomit des Iberger Gebietes paßt vollends nicht in das Bild. Die tieferen Lagen mit Rauchwacken und Gips werden mit Servino zusammengebracht, wobei immerhin zu bedenken ist, daß in der Luganer Gegend, woher diese Massen überschoben sein sollten, diese Ausbildung fehlt. Deshalb wurde an die Raibler Gipse (Horizont IV) gedacht, die dort noch vorkommen, und der Dolomit über ihnen bei Iberg als Hauptdolomit bezeichnet. Dann fehlt freilich wieder der mächtige südalpine Esinodolomit zwischen Gips und Muschelkalk. Irgend etwas stimmt bei diesem Vergleich immer nicht. An solchen salinaren Sedimenten haben wir jedoch viel näher, in der germanischen Trias, auch keinen Mangel, da ja der Röt, die Anhydritgruppe und der mittlere Keuper Salz und Gips führen können und die beiden letzten mit solchen Ausscheidungen bis in den Schweizer Jura reichen. Im übrigen gilt von diesem Salzkomplex dasselbe wie von dem Dolomit: er ist eine in den Alpen südlich der Hauptwasserscheide und in den Westalpen allgemeine, nur keine charakteristische süd- oder ostalpine Erscheinung. Schließlich bleibt zu bedenken, daß in den hier als Ursprungsgebiet in Betracht kommenden italienischen Alpen nur die Raibler Schichten Gipse bergen, womit wieder die Verbindung dieser letzten bei Iberg und Giswyl mit Muschelkalk nicht stimmt.

Also bleibt eigentlich für wirklich südalpine Trias nichts übrig als der in Blöcken beobachtete Muschelkalk mit *Retzia trigonella* und *Dadocrinus gracilis*. Wie es mit der *Retzia* und den Gyroporellen als Leitformen alpiner Fazies steht, ist oben auseinandergesetzt. Der Crinoid ist nach kleinen, isolierten Gliedern der Zweckenalpe benannt, und da solche selbst im deutschen Muschelkalke bis zur Keupergrenze auftreten, ein recht unsicheres Leitfossil. Nur *Spiriferina Mentzeli* hat wirklich als solches Wert, erscheint jedoch auch in Oberschlesien. Ich halte diese Klippenkalke trotzdem für unteren Muschelkalk, für ein Äquivalent des Wellenkalkes in einer der schlesischen Ausbildung nahestehenden Fazies, nicht für südalpin, weil alle anderen Merkmale fehlen. Von diesem endlich einigermaßen gesicherten Haltepunkte aus werde ich versuchen, den Knoten der anderen Schichten zu entwirren.

Auf der Zweckenalp macht der Diploporenkalk den Eindruck, als sei er die Unterlage der Gipse und Rauchwacke und an dem höchsten Punkte, der zugleich die stärkste Druckstelle ist, durchgedrückt und zerrissen. Wenn dem so ist, wäre der Gipshorizont jünger und ein normaler Repräsentant der germanischen, im besonderen der süddeutschen Anhydritgruppe (Gipshorizont II).

Auch an den Giswyler Stöcken findet man den Diploporenkalk mit Retzien nur in Blöcken (Alpboglen) immer in der unmittelbaren Nähe der Rauchwackenzone.

Jetzt kommt es darauf an, zu beweisen, daß die Anhydritgruppe soweit südlich angenommen werden darf. Gehen wir in Baden von Norden nach Süden, so sehen wir, wie der Buntsandstein ziemlich rasch auskeilt und am Schwarzwaldende bei Waldshut und Stühlingen auf wenige Meter sich reduziert. Der Wellenkalk ist anfangs eine rein marine Ablagerung, die ganz Südwestdeutschland gleichmäßig überdeckte und nach Süden die Grenzen des Sandsteins überschritt. Im Dinkelberg mißt er noch 40 m und, wie die Bohrung bei Rietheim im Kanton Aargau dartat, sogar 74 m und zeigt keine Spuren raschen Auskeilens. Nur im westlichen Schweizer Jura tritt er in den Gewölben nicht mehr hervor, weniger deswegen, weil er nicht vorhanden sein kann, sondern weil die Gipse und Salze nebst den Tonen der Anhydritgruppe eine Abscherung beim Faltenwurf erzeugten. Viel mächtiger aber als der Wellenkalk ist in diesem Grenzgebiete des Rheins der mittlere Muschelkalk, der bis 130 m mißt, wenn seine chemischen Ausscheidungen noch darin stecken. Diesen Horizont können wir aber durch den ganzen westlichen Jura verfolgen, von dem Vogesenfuße her längs des Doubs bis fast nach Salins. Damit sind wir schon in die Breite der Luzerner Klippenregion gelangt und haben sie sogar überschritten. Erst am Plateau de la Serre tritt die Verringerung des ganzen Muschelkalkes auf 40 m ein. Man wird dagegen einwenden, der französische Jura sei weit weg; indessen darf dieser Grund kaum von denjenigen Herren vorgebracht werden, welche für alpinen Jura und Kreide regelmäßige streifenförmige O—W-Verteilung der Fazies annehmen und die Klippen aus einem Gebiete der Südalpen herholen, das weiter entfernt ist.

Wir hätten also anzunehmen: Am Nordrande der Alpen entwickelte sich bei der allgemeinen mitteleuropäischen Senkung in der Untertrias eine Rinne, in welche Meer eindrang vom Osten her und dort eine der schlesischen verwandte Muschelkalkfauna aufkommen ließ. Die Reliefveränderungen im mittleren Muschelkalk brachten diese Furche in den Bereich der süddeutschen Salzpfannen, welche in diesem Streifen bis zum Beginn der Dolomitbildung anhielt. Es kann aber auch sehr wohl insofern umgekehrt sein, als unsere Anhydritgruppe ein Übergreifen der nördlich vor den Alpen bestehenden übersättigten Salzwasser darstellt; denn Trockenzeit war dieser mittlere Muschelkalk nicht; er verhält sich ganz anders als der obere Keuper mit seinen Sandsteinbänken, Landpflanzen und Sumpftieren. Wäre dem so, ist der Gang der Triasentwicklung zu beiden Seiten der Schweizer Alpen viel gleichmäßiger, als man bisher annahm. Unseren deutschen Hauptmuschelkalk haben wir zwar im ganzen Alpengebirge nicht; er ist etwas

Besonderes und keilt auch in Süddeutschland merklich gegen Süden aus, nimmt im französischen Jura nach Süden hin ab und wird in seinen oberen Teilen in Südbaden und im Basler Jura als *Trigonodus*-Dolomit auffällig dolomitisch. Die Monographie von G. Wagner über den schwäbischen oberen Hauptmuschelkalk zeigt sehr schön, wie sich diese petrographische Fazies von Süden und Südosten nach Norden und Westen in das schwäbische Triasbecken vorschiebt. Von Südosten und Osten her greift aber auch in den Alpen die Dolomitausscheidung vom oberen Muschelkalk an immer weiter nach Westen über, bis sie schließlich im Keuper das Zentralplateau erreicht. So kommt es, daß wir in den Ostalpen die enorm mächtige Serie der obertriadischen Sedimente finden und, was für unser Problem in Betracht kommt, am Nordrande in den Bayrisch-Salzburger Alpen desgleichen mit einem Salzhorizont an der Basis.

Von größter Bedeutung für unsere Frage ist die Transgression der oberen Trias am französischen Zentralplateau. Dort sehen wir bei Valence die Lettenkohle als typischen Grenzdolomit mit *Myophoria Goldfussi* auf Granit auflagern, dann folgt Stubensandstein, Mergel etc. Ebenso ist es am Morvan. Aber dort grenzt bei Couches-les-Mines ein rosafarbiger dolomitischer Kalk den Keuper nach oben ab und führt neben Myophorien die Leitform des Hauptdolomits, die *Gervillia exilis* Stopp. Damit haben wir den Einschlag der oberen alpinen Trias bis in die Keupermergel des alten Horstrandes, und zwar ebenfalls mit Dolomit als Gestein; damit ist zugleich eine Pforte des ausgedehnten Keuperbeckens zur offenen See angedeutet, deren wir bedürfen, um Formen wie *Myophoria Raibliana* bei Würzburg zu erklären.

In den Südalpen beobachten wir östlich des Luganer Sees über normalem Muschelkalk ein plötzliches Einsetzen der Dolomitriffe, westlich beobachten wir bis zum Simplon und Gotthard nach Norden eine Rauchwackenzone mit Dolomit, also flaches Wasser, dann Senkung und ein Übergreifen der Dolomite tief in den heutigen Alpenkörper hinein. Mag manches in der Verbreitung dieser Schichten erst Folge der tertiären Faltung sein, sie müssen doch im benachbarten Gebiete und ebenso dort existiert und Fortsetzung bis in die piemontesisch-französischen Alpen gefunden haben. Falls nun für den Nordrand des alten variskischen Alpenmassivs das Gleiche zugegeben wird, ist das Auftreten der Dolomitklötze in den Klippen gar nichts Besonderes. Sie können über die Westalpen und Wallis mit dem südalpinen Meeresteil zusammengehangen haben. Der Rand der Transgression wird uns im Westen durch Sardinien und das Zentralplateau wenigstens stückweise angegeben. Unberührt blieb ein Kern, der das westliche Graubünden, die Glarner, Berner und Freiburger Alpen umfaßte und als Grenze der Salzpfannen nach Süden und auf der anderen Seite nach

Norden diente. Nur können wir am Aarmassiv wegen der Schuppenstruktur die Südgrenze nicht mehr ermitteln; immerhin kommen Rauchwacken auf Verrucano oder Sandstein vor. Wie sich das nördliche Voralpenland senkte, wurde das schwäbische Becken trockener, eine Wechselwirkung, die wir später in der Unterkreide genau sich wiederholen sehen.

Die Dolomitbildung setzt natürlich wie in den Ostalpen wegen ihrer Dicke erhebliche Senkung des Alpenkörpers voraus. Nun, daran können wir nach den Erfahrungen in den steirischen, Tiroler und lombardischen Abschnitten nicht zweifeln, obwohl auch dort ein zentraler Kern vorher vorhanden war. Die Dicke der Iberger und Giswyler Dolomite macht mir gar keine Sorge; denn gerade das plötzliche, lokale Anschwellen ist ein wesentliches Merkmal der Kalkalgenriffe. Geben wir die Verbindung mit den Ostalpen zu, etwa über das Rhätikon und die Bayrischen Alpen, müssen wir diese Eigenschaft gerade erwarten. Die Riffe sind heute für uns Kennzeichen einer sich langsam und stetig vertiefenden Stelle, und so etwas würde in der Schweiz zu dem sinkenden Alpenkörper sehr gut passen.

Damit wären die Giswyler Stöcke für die Trias abgefunden, d. h. ihre Trias wäre: Unterer Muschelkalk, eine der Anhydritgruppe + Hauptmuschelkalk entsprechende Gipsserie, etwa von der Lettenkohle an alpine Kalkalgenriffe.

Etwas Schwierigkeit machen die Iberger Klippen und die Mythen, weil in beiden an Rötidolomit anklingende Bänke bekannt sind. Ich halte die Roggenstock-, Mördergrube- und Schynklippen mit Quereau für überkippt. Dann wäre die ursprüngliche Gliederung: Dolomit, dunkle Mergelschiefer, Rötidolomit. Die Mythen liegen normal, weil der Lias, Dogger, Malm regelmäßig aufeinanderfolgen. Wir haben dort, wie gesagt, bunte Mergel mit Sandsteinbänken, Steinmergelschichten, Rötidolomit oder wenigstens eine gelbrötliche Kalkbank an der Basis des als Lias angesehenen Kieselkalkes. Es wurde aus dem Lauterbrunnental vom Tschingelgletscher durch Gerber eine ähnliche Gliederung angegeben, nämlich unten Verrucano (2—3 m), Dolomit und Rauchwacke 20—30 m, helle Quarzite und schwarze Schiefer mit Equiseten, bunte dolomitische Schiefer, Rhätkalk (20 m) mit *Avicula contorta*, Schiefer und gelbe dolomitische Bänke. Dort haben wir es also zweifellos mit transgredierendem Rhät zu tun, an dessen Basis ein Rauchwacken-Dolomit-Horizont über ganz dünnem Strandschutt erscheint. Tobler hat am Stanserhorn Rhät als schwarze Schiefer mit Kalkeinlagerungen, sogar mit Korallen beobachtet. Schwarze Schiefer würden auch auf dem Dolomit des Roggenstocks und unter dem sogen. Rötidolomit liegen, wenn wir die Serie, wie gesagt, umdrehen, was erlaubt ist, da ja Jura und Kreide verkehrt unter dem Dolomit ruhen. In den Freiburger Alpen wurde eine reichere Fauna mit *Pecten Valonensis*

als Leitform gefunden, und *Avicula contorta* ist in den westlichen Alpen ziemlich direkt über Dolomit nachgewiesen; im Osten reichen die Kössener Schichten in den Prättigau hinein. Das Band nördlich der Alpen ist also fast vollständig. Damit harmoniert ferner das Mythenprofil ohne Schwierigkeit: bunte Mergel, Sandsteinbänke mit Pflanzen, eine hangende Dolomitbank, Lias. Schließlich können die von Paulcke gefundenen schlechten Fossilien rhätisch sein. Wichtig in diesem Zusammenhang und dadurch eigentlich erst erklärbar wird der Fund von *Avicula contorta*, den Quereau schon bei Iberg machte. Es handelt sich nur um Trümmer von dunklem Kalk, jedoch passen sie nun hinein. — Damit sind alle Schwierigkeiten der triadischen Klippen behoben.

In dem Kerne der Zentralalpen erfolgte die Triasbedeckung erst im oberen Keuper, und das Meer schob sich bis zum Rhät langsam über die Reste des carbonischen Gebirges vor, bis mit dem Rötidolomit eine Art Maximum erreicht war. In diesen Teilen kann der Verrucano noch bis in den Keuper gebildet sein; denn es ist ja nur Schutt bestehender Höhen und ohne jeden Alterscharakter. Ein solches transgredierendes Meer hat sehr wechselnde Fazies. Wo die Verhältnisse günstig, siedelt sich die an eine bestimmte Sedimentgruppe gebundene Rhätfauna an; dann haben wir typisches Rhät und erkennen es als solches. Daneben herrscht anderswo eine Dolomitbildung, die als solche versteinerungsleer und arm ist; denn auch der *Trigonodus*-Dolomit unserer Gebiete führt nur lokal Fossilien, und zwar gerade Myophorien und Gervillien oder *Corbula*- und *Nucula*-ähnliche Dinge, wie Lettenkohle und einzelne dolomitische Bänke des Keupers. Wir haben die gleiche Erscheinung im Servino der Südalpen, wo nur bei günstiger Fazies in Sandschiefern die charakteristische Fauna sich einstellt neben Dolomit, Rauchwacken und Gips an anderen Punkten. Daß Dolomitabsatz im Rhät weitergehen konnte, beweist der *Conchodon*-Dolomit.

Somit steht als Ganzes die Schweizer Trias normal zwischen der germanischen und der rein alpinen Provinz, da der untere Teil an die deutsche, der obere an die andere Fazies anklingt; das übergreifende Rhät paßt zu beiden Gebieten. Dies Resultat ist anscheinend ein allgemein gültiges. Denn betrachten wir die alpine und germanische Trias insgesamt, so haben wir in beiden Provinzen unten eine Serie von klastischen Gesteinen (Verrucano—Buntsandstein—Werfener Schichten), dann einen lokal deutlich ausgeprägten Gipshorizont (Röt—Servino), drittens eine transgredierende marine Bildung, den Wellenkalk, der ja eine Fauna hat, die uns überhaupt die Parallelisierung erst ermöglichte. Die Tiefe liegt im Osten, das Meer dringt westlich vor. Erst mit der Anhydritgruppe setzen die Differenzen ein, die deutlich die beiden Provinzen in Zentraleuropa trennen, bis im Rhät wieder die Gleich-

artigkeit Platz gewinnt. Die Differenz tritt vor allem in dem Verhalten der Alpen hervor, und so reiht sich die Gliederung ungezwungen in ein größeres Ganzes ein. In dem Maße wie der Alpenkörper in der mittleren Trias sinkt, hebt sich das nördlich vorgelagerte Land und liefert den Keuper, wenigstens die Lettenkohlenfazies. Analog ist im Malm und Unterkreide dasselbe süddeutsche Gebiet trocken, wo in dem Alpenkern die tiefe Meeresbedeckung nachweisbar wird. Sobald die Alpen anfangen, wieder energisch aufzusteigen, bricht umgekehrt der Rheintalgraben ein und greift das Miocänmeer weit über die schwäbische Platte hinüber. Darin liegt jedenfalls ein innerer Zusammenhang.

Dieser triadische Meeresteil am Nordrande der Alpen wäre ein getreues Gegenstück zum Molassemeer, das ja auch vom Zentralplateau an bis Bayern herumgriff und sich ständig gerade am Alpenrande vertiefte. Solche Vertiefung ging weiter in der Juraformation, dann nach vorübergehender Hebung während des Doggers in Malm und Unterkreide. Daß im Lias nicht alles untertaucht war, zeigt der Gesamthabitus dieser Stufe im Berner Oberland; das Auftauchen oder Vorhandensein von Inselkernen beweist der eisenschüssige, oft grobklastische Dogger mit Korallenriffen, Austernbänken und Spatkalken, die nur in flachem Wasser entstanden sein können. Ich muß diese Frage streifen, weil meine Gegner sofort sagen werden: „Wie darf man die Trias allein behandeln, ohne die mit den Klippen vorkommenden ganz ‚fremden‘ Jura- und Kreideschichten von südalpinem Charakter ebenfalls zu erledigen?“

Da kommen wir auf einen sehr dunklen Punkt der neueren Alpengeologie zu sprechen, auf die Versuche, Tektonik zu machen auf Grund der Fazies. Niemand wird den außerordentlichen Zusammenschub der alpinen Masse leugnen, niemand, daß Überschiebungen, Überfaltungen usw. existieren; aber anzunehmen, daß der Verlauf mesozoischer und alttertiärer Fazies parallel dem Faltenwurf des Tertiärs gegangen sei, ist doch mehr als gewagt. Ging die Verteilung der Faziesbedingungen in Jura und Trias aber z. B. nur schief und dabei gar nicht einmal unregelmäßig, so wird bei der modernen Betrachtungsweise tektonisch Ungleichartiges wegen gleichen Aussehens zu bestimmten Decken vereinigt und umgekehrt. Alles, was wir aus dem sogen. Autochthonen kennen, spricht für sehr wechselnde Verhältnisse, bald fehlt der Lias oder Dogger, bald ist der Malm koralligen, bald tonig. Tobler hat für das Aarmassiv schon recht verschiedene Profile angegeben; seitdem hat sich die Mannigfaltigkeit noch gemehrt. Was im Jura nördlich vor dem Aarmassiv sich ablagerte, kennen wir meistens nicht, brauchen jedoch nur an die Mythenklötze und den *Mytilus*-Dogger der Freiburger Alpen mit seinen kohligen Lagen und der brackischen Fauna zu denken, um gewisse Extreme sofort vor Augen zu haben. Nur

bei Iberg ist die Juraformation recht wenig exotisch, wenigstens was in zusammenhängenden Massen zu beobachten ist. Auf die Flyschgerölle darf man tektonisch keinen Wert legen, die können, wer weiß wie weit, herkommen. Selbst diese fallen gar nicht aus dem Rahmen heraus, den der Lias des Allgäus zeigt. Es handelt sich im Malm um Aptychenmergel und weiße, recht fossilleere Kalke oder um etwas rötliche Breccienkalke. Warum wir diese nicht mit den Mythen sollen vereinigen dürfen, als Trümmer einer Malmserie, sehe ich wirklich nicht ein; denn oben auf den Mythen fehlt unter den Couches rouges eine Serie, die sehr wohl das Iberger sogen. Tithon sein kann. Die Mythen sind *Diceras*-Kalke, die genannten Breccienkalke treten vielfach im Tithon auf, beide passen als Ergänzung sogar sehr gut zusammen. Außerdem wechselt ja solcher Nerineen- und *Diceras*-Kalk sehr rasch, so daß ein Fehlen im Autochthonen am Aarmassiv ganz möglich ist. Im Berner Jura ist die Gegend von Noirmont dafür ein geradezu typisches Beispiel. Nur 3 km in Luftlinie voneinander entfernt, haben wir Rauracien und Argovien. Am Ausgange des Isèretales steht bei l'Echaillon mächtiger weißer Kalk mit *Diceras Lucii* an, wenige Kilometer oberhalb ist nur kalkig-plattiges Tithon mit zahlreichen *Hoplites* und *Perisphinctes* entwickelt. Anderswo haben wir seit dem Streit um die Barrande'schen Kolonien und der Diskussion über das Corallien von Valfin uns an die Betrachtungsweise rasch wechselnder Fazies gewöhnt. Hier in den Voralpen soll das alles keine Gültigkeit haben, sondern diese verschiedenen Sedimente sollen regelmäßig angeordnet gewesen sein, ehe der große Schub sie erfaßte!

An den Giswyler Stöcken gibt es sogen. Biancone, d. h. einen weißlichen Kreidemergel mit Aptychen. Ich habe mir den Luganer Biancone wieder angesehen vor 3 Jahren und kann nicht sagen, daß ich eine andere Ähnlichkeit finde als die relative Helligkeit des Gesteins. Mergelschiefer mit Aptychen gibt es auch sonst nördlich der Alpen, z. B. im Fläscherberg und vor allem in den bayrischen Ketten. — Die Couches rouges des Iberger Plateaus und der Giswyler Klippen können normal auf der älteren Kreide liegen und sind auch anderswo wie im Mythengipfel vielfach transgredierende Komplexe, da sie im Thuner Gebiet Gaultkonglomerate an der Basis führen. Sie beweisen eben, daß die Alpenbewegung schon in der oberen Kreide im Gange war, ältere Schichten lokal entblößt waren und daher von Turon oder Senon bedeckt werden konnten. Daß die Couches rouges an anderen Stellen in Seewerkalke übergehen, schadet doch nichts, oder in Wangschichten, die unmittelbar unter dem Flysch anstehen.

Weiterhin, wenn ich derartige Fragen besprach, ist mir geantwortet: Wir haben den Beweis an der Hand, daß die Decken von Süden her in weitem Umfange überschoben sind durch die

Verteilung der Fazies in den Decken der helvetischen Kreide. Man hat am Walensee durch die Gliederung der unteren Kreide in den verschiedenen Decken (Mürtschendecke, Churfirsten, Säntis) „direkt bewiesen“, daß die isolierten Kreideplatten rückwärts aneinanderpassen. Arn. Heim hat diesen geistreichen Versuch vom Säntis bis zum Kistenstöckli im Glarner Gebirge durchgeführt. Damit soll dargetan werden, daß diese gesamten Massen aus der Rheintalfurche ausgequetscht sind, daß die am weitesten vorn liegenden nach hinten ursprünglich gehören. Der Versuch hat viel Bestechendes an sich; aber er krankt daran, daß er nicht die Veränderung der Fazies in verschiedenen Richtungen, sondern nur in einer einzigen berücksichtigt. Die Zunahme des Urgons und der Unterkreide überhaupt kann statt nach SO oder S nach O oder NO erfolgt sein; dann paßt der vorgeschobene Säntis nicht minder zu den Churfirsten, und er liegt in Wirklichkeit östlich von denselben. Nebenbei sei bemerkt, daß wegen der ausgesprochenen Richtung der Ketten und des dazu senkrechten Schubes das Ursprungsgebiet des Säntis niemals das Hinter-Rheintal sein kann, daß er nie und nimmer mit Schild, Wiggis etc. kombiniert werden darf. Gerade wenn man ihn in der Schubrichtung zurücklegen würde, käme er weit neben Schild und Kistenstöckli und Mürtschendecke zu liegen und würde klar dartun, daß die Fazies sich ostwärts, nicht südwärts geändert hat, und das harmoniert wieder mit dem Urgon in Vorarlberg und Allgäu und zeigt keine weite Horizontverschiebung an.

Schließlich hat man den Flysch in seinen verschiedenen Formen als Beweis für die Deckentheorie herangezogen. Ich möchte ein anderes Gebiet als Beispiel erst einmal vorführen. Im Rheintalgraben haben wir oligocäne Jurakonglomerate an den Rändern und in der Mitte Septarientone, Fischschiefer, bunte Mergel mit Salzen als gleichzeitige Absätze. Schieben wir nun den Graben schief zusammen, so daß große Schuppen von dem Vogesenkern bis zum Schwarzwalde entstehen, so dürfen wir unmöglich die Jura- und Triasschollen, die auf Konglomerate heraufgedrückt sind, als gleichwertige Decken betrachten, weil sie auf diesen liegen, oder gleichartige Konglomerate an der Basis als Reste von Tauchdecken betrachten. Es wird mit Facies in einer so wechselnden Schuttserie, wie es der Flysch ist und sein muß, Tektonik gemacht. Einzelne am Nordrande des Säntis usw. im Flysch gefundene Serpentine sind als Beweis für eine versteckte Decke angesehen worden. Um so etwas mit Recht zu dürfen, müßte man doch erst einmal den Flysch des Molasselandes und seine Unterlage kennen. An der Oberkante des marinen Miocäns und unter der oberen Molasse kennen wir nördlich vom Bodensee erhebliche Geröllschichten mit über kopfgroßen Steinen, die nach ihrer Beschaffenheit aus den Bündner Alpen herrühren. Also mitten in einem weiten Becken

liegen diese Flußschotter! Wie war es nun im Flysch in den Gegenden des Voralpenrandes? Im Hegau usw. existiert er ja nicht. Aber wer kann die Verteilung solcher Schotter a priori beurteilen? Im Flysch erfolgte eine rasche Reliefbildung, Ketten wölbten sich, Mulden entstanden, Horste blieben stehen und Gräben senkten sich ein. Schutt bezeichnet die Ränder, Mergel und Tone die Tiefen, wobei die schlammigen Gesteine durch Strömungen zwischen den Inseln verschleppt wurden. Es macht den Eindruck, als seien diese ersten alttertiären tektonischen Prozesse mehr in O—W- oder in WNW—OSO-Richtung gegangen. In der Schweiz hat dann die miocäne Faltung diese Senken alle völlig zugedrückt und so die Flyschplatten zwischen den Decken geschaffen. Eine Aufgabe wäre es, diese alten Rinnen festzulegen nicht bloß in der Längserstreckung, welche das Flyschband an sich gibt, sondern auch mit ihren Rändern, die durch Konglomerate usw. charakterisiert werden; dann kann der Prozeß der Verdrückung und die Entstehung der deckenartigen Schuppen viel besser ermittelt werden. Derselbe konglomeratische Flysch vom Rande eines Grabens gehört oft zwei oder drei Teilen an, die durch den tonigen Flysch der Mitte getrennt werden, wenn sich die Schollen mit ihm verzahnten. Schließlich wurde das Ganze als ein einheitliches Paket nochmals gefaltet. Damit erklären sich drei Beobachtungen: 1. die oft verkehrte Lage; 2. das so viel konstatierte Auskeilen mächtiger Flyschbänder und ihr Zerteilen in der Streichrichtung der Falten; 3. das Untertauchen der Decken nach Norden und Herauskommen am Rande des Miocäns. Dabei muß unbedingt berücksichtigt werden, daß Druck Gegendruck erzeugt. Die hoch aufgerichteten Nagelfluhen des Pilatusrandes, Rigi, Speer haben alpenwärts den gleichen Druck geübt wie die aufsteigenden Zentralmassive. Sonst wären die zwischenliegenden Massen weiter vorgeschoben. Dies mechanisch notwendige Moment tritt bei der Ausquetschungstheorie ganz zurück, obwohl es durch Rückstau ein Untertauchen nach Norden in den vordersten Deckenteilen gut erklären würde und auch das Hochkommen von Teilen der Unterlage in der Klippenregion verständlich macht.

Bei dieser randlichen Aufpressung sind die Klippen hochgekommen mit dem Flysch. Daher stellt sich jetzt die Reihenfolge bei Iberg oder Giswyl von Norden her ganz einfach dar: Miocän, Flysch, in diesem letzten aufgepreßte Gipszone der unteren und mittleren Trias, obertriadische Dolomite, Juragesteine, Kreide. Es ist genau dasselbe wie die Auspressung der Anhydritgruppe mit Lias- und Doggerschollen an der bekannten Hauenstein—Paßwang-Überschiebung, befördert durch die nachgiebigen, plastischen und löslichen salinaren Sedimente.

Ich fasse die Klippen also bis zu gewissem Grade als autochthon auf, nicht als Reste des variskischen Gebirges, nicht als „fossile

Berge" mit ROLLIER, sondern als Teile des Alpennordrandes, als zerbrochen im Tertiär, und zwar bei der Entstehung der Flyschgräben und -horste. Wenn in diesen der Untergrund der mesozoischen Schichten soweit irgendwie entblößt wurde, daß die triadischen Salze ausgelaugt wurden und die Tone ins Rutschen kamen, konnten große Schollen in die Flyschrinnen absinken, teils aufrecht, teils überstürzt, und mit dem Flysch später emporgepreßt, z. T. direkt aus ihm herausgedrückt werden.

Nach dieser Auffassung haben wir einen in der Trias langsam untertauchenden Alpenkörper, längs dessen Achse sich nördlich und südlich das Meer nach Westen vorschiebt, im Muschelkalk bis an die Linie Lugano—Brienz vorgedrungen ist, seit dem unteren Keuper diese Bewegung fortsetzt und schließlich bis zum Zentralplateau vollendet. Dabei entstehen in den neu eroberten Gebieten erst Salz, Gips, Rauchwacken, dann Dolomite, die Rauchwacken bergen durchweg sandig-konglomeratischen Strandschutt. Nördlich und südlich des Alpenrestes herrschen annähernd gleiche Verhältnisse. Der deutsche Muschelkalk fehlt, der deutsche Keuper greift weit nach SW über bis nach Mittelfrankreich, bis in den Süden des südfranzösischen Jura und wohl auch bis in die Freiburger Alpen, in denen COLLET und SARASSIN bunte Mergel mit Gipsen und Rauchwacken konstatierten. Die rhätische Periode bringt die Serie des Rötidolomites und zieht den übriggebliebenen Kern in den Bereich des Meeres. Es kann jedoch keine volle Überflutung eingetreten sein, weil an vielen Stellen Lias fehlt und der Dogger Strandfazies besitzt. Immerhin erweitert sich die Furche am Nordrande, und im Malm haben wir unten die volle Mannigfaltigkeit von Tonen, *Diceras*-Kalken, Korallenriffen. Der obere Malm und die unterste Kreide bezeichnen den Höhepunkt der Senkung, wenigstens für den Norden, während im Süden bereits rückläufige Phase einsetzt und im Westabschnitte stellenweise sogar grobe Breccien (Hornfluhbreccie) gebildet werden. Schon oberes Neocom mit dem Urgon bezeichnet den Beginn der negativen Phase, da sich diese Riffbildung um den ganzen Alpenkörper von der Provence bis Oberbayern herumzieht und bald wechselnden Verhältnissen Platz macht. Die verschiedenen glaukonitischen Sandkalke deuten Flachsee an, die Senkung geht aber zonenweise noch ruckweise weiter, weil sonst die Urgonkalke nicht verständlich wären. Die allgemeine cenomane Transgression macht sich z. T. auch bemerkbar, in der senonen Phase versucht das Meer mit der Gosauformation von Osten her die alte Rinne zu benutzen, was jedoch nicht ganz glückt. Alle diese Bewegungen waren Vorläufer der tertiären Hauptverschiebungen, die ich nicht mehr zu schildern brauche. Die miocäne Auffüllung der Mittelschweiz bis zur Gegenwart ist dem Verrucano in Dyas und Trias genetisch vergleichbar.

So stellt sich die schweizerische Trias durchaus in einen bekannten Rahmen. Die Konstanz der Meere und Senken macht sich klar geltend. Wie südlich des skandinavischen Schildes immer wieder die baltische Straße auflebt (im mittleren Jura, im Cenoman, im Alttertiär, z. T. im Diluvium), so hier die Furche am Nordrande der Alpen von der Trias bis zum Miocän. Sie wird aber sachte nach Norden geschoben, vor allem im Miocän durch die endlich nach all den Vorbereitungen einsetzende Faltung, dabei an die Kerne von Schwarzwald und Vogesen gedrückt, und ruft damit die Juraketten hervor. Die Hauensteinabscherung ist prinzipiell nichts anderes als die Aufpressung der Gipsmassen bei Iberg und Giswyl, der Rigi gleicht der geneigten Jura- und Nagelfluhtafel von Läufelfingen, nur daß alles gewaltiger ist als im Juragebirge.

Die bisher geltende Deckentheorie hantiert mit einem intakten Alpenkörper und einer gleichmäßigen Sedimentdecke. Beides hat nicht existiert, ganz sicher nicht im Flysch, und im Miocän erst recht nicht mehr. Dann hat also der Südschub Diskontinuitäten, Rinnen, Gräben, Fugen aller Art vorgefunden, welche Einzelbewegungen der Schollen gestatteten, und dadurch die Schuppenstruktur geschaffen. Es handelt sich um ein immer wieder bewegtes Gebiet, dessen Aussehen in den einzelnen früheren Zeitabschnitten durch die jüngste Faltung und Zusammenschiebung recht dunkel geworden ist. Niemals darf man unter solchen Umständen Faziesdifferenzen tektonisch verwerten.

Hilfsmittel bei Benutzung geologischer Karten.

Von **Hermann L. F. Meyer** in Gießen.

Bei Benutzung geologischer Karten für irgend welche Zwecke erhebt sich häufig der Wunsch, bestimmte Gebiete oder Linien zeitweilig besonders hervorzuheben, um sie einheitlich übersehen zu können, etwa die Tektonik, Quellenlinien u. a. Wenn man für diese Zwecke Pauspapier benutzt, so hat man den Nachteil, daß man dann zwar die gewünschte Zeichnung deutlich erhält, dafür die Originalkarte aber nicht mehr deutlich erkennen kann. Auf verschiedenen Wegen kann man diesem Übelstande begegnen und vor allen Dingen eine für den Unterricht außerordentlich brauchbare Methode gewinnen. In dem letzteren Falle muß man allerdings von vornherein verzichten, daß Einzelheiten einer Karte noch zu erkennen sind, was aber bei der in Frage kommenden größeren Entfernung im Hörsaal sowieso ausgeschlossen ist.

Man kann die fraglichen Punkte direkt auf der Karte auszeichnen, indem man abwischbare Farbstifte benutzt, wie

sie für militärische Zwecke bekannt sind, und z. B. von der Firma G. Heinicke, Berlin 7, Dorotheenstr. 29, als Ge-Ha-Stifte vertrieben werden. Mit der Benutzung sind aber, abgesehen von der Zerbrechlichkeit der Stifte, verschiedene Nachteile verbunden. So kann der Farbstift nur zu dicken Linien benutzt werden, da das Material erst dann genügend Deckkraft besitzt. Feine Zeichnungen und etwa Beschriftungen lassen sich dadurch nur schlecht anbringen. Außerdem ist die Farbe nicht spurlos abzuwischen, so daß sich bei wertvollen oder entliehenen Karten das einfache Verfahren von selbst verbietet. Trotzdem habe ich es in vielen Fällen mit Erfolg benutzen können, wenn man z. B. Streichrichtungen verdeutlichen will.

Ein weiterer Ausweg besteht darin, daß man an Stelle des Pauspapieres ein durchsichtiges Material anwendet. In Frage kommt Celluloid, das von den Lithographen benutzte Gelatinepapier oder auch bei kleineren Flächen eine photographische Trockenplatte, sei es, daß man die letztere unbelichtet verwendet und ausfixiert, oder belichtet und dann mit Blutlaugensalz abgeschwächt verwendet. Zur ersten Übersicht kann man mit den für Glasgefäße verwendeten Fettstiften arbeiten, die sich von Celluloid leicht abwischen lassen, aber freilich nur einen dicken und nicht immer gleichmäßigen Strich liefern. Auf allen drei Materialien kann man aber mit Tusche arbeiten und dann Untergrund und Zeichnung dauernd übersehen. Ich benutze diese Methode bei Übungen über geologische Karten und lasse besonders die Strukturisohypsen auf diesen Unterlagen entwerfen, wodurch das Kartenbild auf das glücklichste unterstützt wird.

Die erwähnten Methoden sind alle nur für den Schreibtisch verwendbar, einem größeren Hörerkreis kann man die Eintragungen nicht sichtbar genug anbringen. Gerade in Vorlesungen tritt aber außerordentlich häufig der Drang nach einer lebendigeren Verwendung der Karte heraus, wenn etwa die Verbreitung der Mineralquellen in Deutschland[1], die Grundzüge des tektonischen Baues eines Gebietes oder die geologische Geschichte einer Landschaft erörtert werden soll. Gerade die geschichtlichen Darstellungen verlangen, daß man die eingetretenen Veränderungen nicht nur aufzählt, sondern auch zeichnerisch aufweist. Man sucht dem nachzukommen, indem man die betreffenden Punkte mit einem Zeigestock zeigt, Lichtbilder oder besondere Tafeln anfertigt. In allen diesen Fällen ist es aber nicht möglich, dem Studierenden ein bleibendes Bild einzuprägen und das gegenseitige Verhältnis der Begrenzungen verschiedener Zeiten vorzuführen. Eine paläogeographische Entwicklung ist auf den erwähnten Wegen überhaupt

---

[1] Vergl. u. a. die tektonisch-balneologische Karte der schlesischen Heilquellen von FRECH.

nicht fruchtbringend darzustellen. Das Problem ist offenbar, eine Unterlage zu haben, auf der man dauernd mit abwischbaren Farben zeichnen kann, so daß vor allen Dingen zeitlich verschiedene Erscheinungen vergleichbar sind. In dem Geol.-Pal.-Institut der Universität Leipzig sah ich einen Ausweg angedeutet. Auf einer schwarzen Wandtafel war mit roter Farbe die tektonische Gliederung Deutschlands und auf der Rückseite die Mitteldeutschlands vorgezeichnet[1]. Beliebige Eintragungen waren auf dem festen Untergrund also möglich. Für die sich dauernd wiederholenden Demonstrationen der geologischen Geschichte Deutschlands und der geologischen Heimatskunde wird dieses Hilfsmittel entschieden von Bedeutung sein, eine allgemeine Verwendung ist aber nicht möglich, da es sich um eine dauernd fixierte Unterlage handelt. Auf mehreren derartigen Tafeln verschiedene Gebiete darzustellen, dürfte zu kostspielig und zu raumverschwendend sein. Ein schnelles Umwechseln beliebiger Unterlagen ist überhaupt nicht möglich. (Die Leipziger Tafel war zum Umklappen um eine horizontale Achse eingerichtet und ermöglichte dadurch ein schnelles Wechseln der beiden in Frage kommenden Seiten der Tafel.) Ich habe den erwähnten Schwierigkeiten dadurch abgeholfen, daß ich auf einer Mattglasscheibe zeichne, unter die ich eine Karte einschiebe. Um Kosten zu sparen, habe ich bisher von dem Bau eines eigenen Gestelles abgesehen und benutze die bekannte Wülfing'sche Wandtafel für die stereographische Projektion (vergl. die Abbildung in dies. Centralbl. 1911, p. 275). Sie ermöglicht ein schnelles Einlegen und Wechseln der Karten und ein Vorklappen der Zeichenfläche, falls man etwa die entworfene Zeichnung allein sichtbar machen will. Als Karteneinlage benütze ich teils beliebige geologische Karten, soweit sie in der Größe passend sind. Vor allen Dingen verwende ich aber Umzeichnungen solcher, die mit kräftigen farbigen Strichen die tektonischen und hydrographischen Hauptzüge des betreffenden Gebietes wiedergeben. Über diesen kann man alle beliebigen Erscheinungen zur Darstellung bringen. Bei geologischen Vorlesungen allgemeiner Art habe ich in der Regel eine Karte Deutschlands dauernd im Gestell, um sie je nach Wunsch zu benutzen. Bei speziellen Vorlesungen ist es die jeweils entsprechende, dies bedeutet dem Studierenden eine wesentliche Erleichterung für eine Durchdringung des Stoffes. An Stelle einer flüchtigen Beschreibung ist ein festes Bild getreten.

---

[1] In Breslau befindet sich u. a. eine Karte Schlesiens, in der die tektonischen Leitlinien rot, die Heilquellen blau, das Gelände schwarz dargestellt ist. Vielfarbige Weltkarten veranschaulichen Tektonik, Erd- und Seebeben sowie die Meerestiefen (n. d. Karte von Frech in Petermann's Mitteilungen 1906). (Einfügung von Herrn Geheimrat Frech.)

Für kleinere Gebiete wird man immer darauf angewiesen sein, sich die Grundlage selbst herzustellen, doch bedeutet dies bei einer verständnisvollen Benutzung des Gradnetzes zur Vergrößerung oder Verkleinerung keine Schwierigkeit. Für die einzelnen Erdteile kann man sich mit großem Vorteil der von Perthes herausgegebenen Umrißkarten bedienen, von denen meines Wissens bisher in kleiner Ausgabe (rund 80.110 cm groß) die Erdkarte in 2 Projektionen, Europa, Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika, Australien und Polynesien erschienen sind. Außerdem gibt es eine größere Ausgabe, bei der die Erdteile in 4—6 Blättern erschienen sind. Auch Deutschland ist in dieser Größe erschienen und ermöglicht dadurch wenigstens die Verwendung von einzelnen Teilen. Die oben angegebene Wülfing'sche Wandtafel ist leider etwas zu klein für diese Karten, doch sind es immerhin nur geringe Teile, die zum Wegfallen kommen.

Eine Verwendung von Umrißkarten unter einer Mattscheibe wird es überhaupt erst ermöglichen, die bekannten Serien paläogeographischer Karten etwa von Frech, Haug, Uhlig, Schuchert u. v. a. nutzbringend und anschaulich im Unterricht zu verwerten. Über einer eingelegten Karte, etwa von Europa, kann man die jeweiligen geographischen Veränderungen einer Zeit weithin sichtbar auftragen.

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 11. Abt. p. 801—960. Mit vielen Abbildungen, Tabellen, Diagrammen un Tafeln. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1916.

Die vorliegende Lieferung enthält: Epidot (Schluß) (M. Goldschlag); Piemontit (C. Doelter); Analysenmethoden des Orthit (R. J. Meyer); Orthit, Granatgruppe, Calcium-Aluminium-Granat, Calcium-Ferrigranat, Kalkchromgranat (Uwarowit) und Prehnit (C. Doelter); die Analysen des Vesuvian (Paul Jannasch); Gehlenit und Melilith (Anfang) (C. Doelter). **Max Bauer.**

Personalia.

Eine Doktor-Dissertation über Militärgeologie. Major **W. Kranz**, in Friedensstellung Stabsoffizier z. D. der Fortifikation Straßburg, promovierte kürzlich in Geologie bei der philosophischen Fakultät der Universität München. Dr. W. Kranz ist den Lesern durch zahlreiche geologische und geographische Arbeiten bekannt und gilt als einer der Begründer und verdienstvollsten

Förderer der Militärgeologie. Aus diesem neuen Sonderfach stammt auch seine, demnächst bei der E. SCHWEIZERBART'schen Verlagsbuchhandlung, NÄGELE & Dr. SPROESSER, in Stuttgart erscheinende Doktor-Dissertation: Über Bodenfiltration, Lage und Schutz von Wasserfassungen, mit besonderer Berücksichtigung militärischer Erfordernisse.

Ernannt: Privatdozent Dr. **E. Wepfer** in Freiburg zum a.o. Professor für Geologie und Paläontologie an der dortigen Universität.

Gestorben: Fräulein Dr. **Laura Hezner**, Privatdozentin für chemische Mineralogie und Petrographie an der Eidgenössischen technischen Hochschule in Zürich und Assistentin des chemisch-mineralogischen Laboratoriums, am 10. Oktober 1916 zu Pfronten-Halden in Bayern.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Struktur der Mineralien der Calcit- und der Aragonit-Reihe.

Von **J. Beckenkamp**, Würzburg.

Mit 6 Textfiguren.

Sowohl die Mineralien der Aragonitreihe als die der Calcitreihe müssen als deformiert regulär gelten.

a) Aragonitreihe.

In dem Achsenverhältnis des Aragonits $a:b:c = 0{,}6228:1:0{,}7206 = 1:1{,}6056:1{,}1567$ entspricht der Wert $a:b = 0{,}6228:1$ ungefähr dem Wert $\mathrm{tg}\, 30^0 : 1 = 0{,}57735 : 1$ und deshalb wird der Aragonit allgemein als pseudohexagonal angesehen. Der Wert $b:c = 1:0{,}7206$ entspricht aber noch viel mehr dem Werte $1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} = 1:0{,}7071$, d. h. dem Verhältnisse der Flächendiagonalen zur Kante des Würfels.

Die Fläche k (011) (Fig. 1) kann nach ihrer Neigung zur Vertikalachse sowohl als 4O4 $\{114\}$ oder auch als ∞O $\{110\}$ gedeutet werden, welche beide gegen die Oktaedernormale, welche

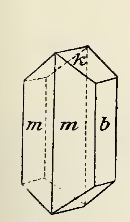


Fig. 1. Aragonit von Bilin (einfacher Kristall).

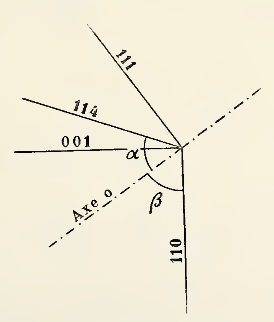


Fig. 2. Schnittlinien der Flächen (111), (114), (001) und (110) mit der Granatoederfläche $(1\bar{1}0)$; senkrecht zur Zeichnungsebene geht durch die Achse o die Leucitoederfläche $(\bar{1}12)$. $\sphericalangle\, \alpha = \sphericalangle\, \beta$.

der rhombischen vertikalen Achse c entspricht, unter dem gleichen Winkel von $54^0\,44'$ geneigt sind und sich dadurch unterscheiden, daß sie um 180^0 gegeneinander um die Oktaedernormale gedreht sind (vergl. Fig. 2 u. 3).

Beim Aragonit beträgt die Neigung der Fläche k gegen die vertikale Achse $54^0\,14'$, beim Strontianit $54^0\,06'$, beim Whiterit $53^0\,52'$, beim Cerussit $54^0\,08'$.

Beim Aragonit deuten vom Verfasser beschriebene „anomale Ätzfiguren"[1] und auch die Spaltung nach k auf eine submikroskopische Lamellierung nach der Fläche k (011); dieses spricht dafür, daß die Lamellen abwechselnd den regulären Flächen (011) und (114) entsprechen.

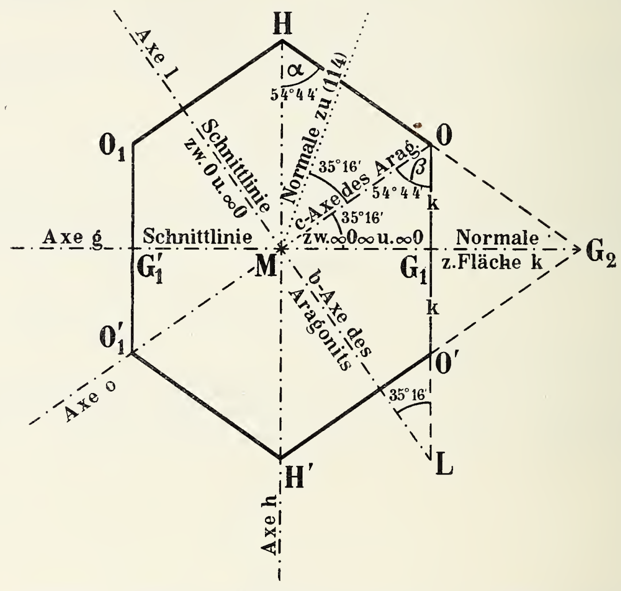


Fig. 3. Schnitt durch den Mittelpunkt eines Granatoeders parallel zu einer Granatoederfläche.

Bestätigt wird diese Auffassung dadurch, daß die Fläche 2P$\breve{\infty}$ (021) des Aragonits identisch wird mit der regulären Form ∞0∞ (001), wenn wir k mit der regulären Form 404 (114) identifizieren, während die rhombische Grundpyramide P (111) mit der regulären Form ∞0∞ (001) identisch wird, wenn wir k mit der regulären Form ∞0 (011) identifizieren. Im ersten Falle finden wir für die rhombische Form P auf den Zonen (111) : (011) bezw. (111) : (101), und zwar jenseits (011) bezw. (101), keine entsprechenden einfachen regulären Formen; im zweiten Falle fehlt eine reguläre Form für 2P$\breve{\infty}$ (vergl. Fig. 4). Das häufige Vorkommen dieser beiden Formen beim Aragonit spricht aber dafür, daß diese auch in der regulären Struktur begründet sind; die eine Form muß demnach der einen Art von Lamellen entsprechen, die andere Form der anderen Art.

[1] Vergl. Zeitschr. f. Krist. 1891. **19**. p. 249.

Die beiden Flächendiagonalen eines Rhomboeders, welches zur trigonalen Achse die gleiche Neigung hat wie das Rhombendodekaeder, bezw. das Ikositetraeder $\{114\}$, verhalten sich zur Kante des Rhomboeders wie 1 : 0,7071 : 0,6123.

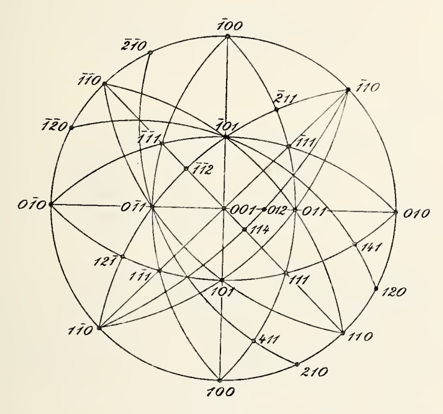


Fig. 4.

Bei einem Rhomboeder, dessen Neigung gegen die trigonale Achse gleich der Neigung der Fläche k ist, sind die entsprechenden Werte für

Aragonit	1 : 0,7114 : 0,6136,
Strontianit	1 : 0,7128 : 0,6140,
Witherit	1 : 0,7148 : 0,6146,
Cerussit	1 : 0,7124 : 0,6139.

Die Fläche a = $\infty P\bar{\infty}$ $\{100\}$ des Aragonits entspricht einer Granatoederfläche, b = $\infty P\breve{\infty}$ $\{010\}$ einer Leucitoederfläche, ebenso die Fläche m = ∞P (Fig. 1). In der rechten Hälfte eines Aragonitkristalls steht die Lamellierung zu der der linken spiegelbildlich in bezug auf die Leucitoederfläche; fehlt die eine Hälfte, dann wird der Kristall hemimorph nach der Achse b[1].

Setzen wir $R_x = \frac{n\,A_o}{A_x}$, wobei n eine Ordnungszahl der Reihe des periodischen Systems, A_o das Atomgewicht des Sauerstoffs und A_x das Atomgewicht eines anderen Elementes x bedeutet, so werden für die in Frage kommenden Mineralien, bei $n = \frac{1}{2}$ für C, $n = 1$ für O; $n = \frac{4}{3}$ für Mg, $n = 2$ für Ca; $n = 3$ für Zn, $\ddot{\mathrm{Mn}}$ und $\ddot{\mathrm{Fe}}$ (für $\dddot{\mathrm{Mn}}$ und $\dddot{\mathrm{Fe}}$ ist $n = 2$ zu setzen), $n = 4$ für Sr, $n = 6$ für Ba und $n = 9$ für Pb,

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Zeitschr. f. Krist. 1888. **14**. p. 69.

wenn $R_O = 1$ gesetzt wird:	oder, wenn $R_C = 1$ gesetzt wird:
$R_{Mg} = 0{,}880$ also ann. $7 : 8 = 0{,}875$	$R_{Mg} = 1{,}320$ also ann. $4 : 3 = 1{,}333$
$R_{Mn} = 0{,}871$ „ „ „ „	$R_{Mn} = 1{,}311$ „ „ „ „
$R_{Fe} = 0{,}860$ „ „ „ „	$R_{Fe} = 1{,}290$ „ „ „ „
$R_{Zn} = 0{,}734$ „ „ $3 : 4 = 0{,}750$	$R_{Zn} = 1{,}100$ „ „ $1 : 1 = 1{,}00$
$R_{Ca} = 0{,}798$ „ „ $4 : 5 = 0{,}800$	$R_{Ca} = 1{,}197$ „ „ $6 : 5 = 1{,}200$
$R_C = 0{,}666 \ldots = 2 : 3 = 0{,}666..$	$R_O = 1{,}500$ „ „ $3 : 2 = 1{,}500$

Ferner wird,

wenn $R_O = 1$ gesetzt wird:	oder, wenn $R_C = 1$ gesetzt wird:
$R_{Sr} = 0{,}731$ also ann. $\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}707$	$R_{Sr} = 1{,}0965$ also ann. $= 1{,}00$
$R_{Ba} = 0{,}699$ „ „ „ „	$R_{Ba} = 1{,}0485$ „ „ „
$R_{Pb} = 0{,}6986$ „ „ „ „	$R_{Pb} = 1{,}0479$ „ „ „

In der Fläche k entspricht bei den Mineralien der Aragonitreihe die Verbindungslinie der Achsenenden b und c der Hexaedernormalen h, die Kante $(011) : (0\bar{1}1)$ der Granatoedernormalen g. Bei den kubischen Gittern stehen die Punktabstände in den Richtungen h und g, in dem Verhältnisse $1 : \frac{1}{2}\sqrt{2}$, wie sich aus der nachstehenden Tabelle ersehen läßt.

Die Punktebenen parallel zu einer Würfelfläche haben beim einfach kubischen Gitter den Abstand h_1, beim doppelt und beim vierfach kubischen Gitter den Abstand h_2 bezw. h_4. Die Punktebenen parallel zu einer Oktaederfläche haben bei den drei kubischen Gittern die Abstände o_1 bezw. o_2 bezw. o_4 und entsprechend sind die Abstände der Punktebenen parallel zu den Granatoederflächen g_1 bezw. g_2 bezw. g_4.

Bei allen drei kubischen Gittern hat die Projektion der Massenpunkte auf eine Oktaederfläche die gleiche Form. Der Unterschied besteht in dem Verhältnisse der Schichtabstände zur Dreiecksseite, d. h. in dem Verhältnisse o : g.

Es kann daraus geschlossen werden, daß in die eine der beiden genannten Richtungen die Hauptwirkung des Sauerstoffs fällt, in die andere die des betreffenden Metalls Sr, Ba oder Pb, und daß wegen der nahen Übereinstimmung der Fundamentalbereiche R mit den regulären Punktabständen diese beiden Richtungen Hauptstrukturlinien bei Strontianit, Witherit und Cerussit sind.

Bei Aragonit entfernt sich R sehr weit vom Werte $\frac{1}{2}\sqrt{2}$, während gerade das Verhältnis der beiden Diagonalen und der Kante des gedachten Rhomboeders beim Aragonit dem regulären Verhältnisse am nächsten steht. Das Ca hat demnach beim Aragonit keinen oder nur sehr geringen deformierenden Einfluß auf die regulären geometrischen Dimensionen. Wegen des sehr nahen Verhältnisses des Wertes $R_{Ca} : R_O = 4 : 5$ scheint beim Aragonit die Hauptwirkung des Ca mit der des O zusammenzufallen.

Tabelle der Punktabstände in der Richtung der 4 Hauptdimensionen der drei kubischen Gitter.

	Hexaedernormale	Oktaedernormale	Granatoedernormale	Leucitoedernormale
	h_1	o_1	g_1	l_1
Einfach kubisches Gitter	1	$\sqrt{3} = \text{cotg } 30^0 = 1{,}73205$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\sqrt{6} = 2{,}44949$
	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = \text{tg } 30^0 = 0{,}57735$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{6} = 0{,}81649$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$
	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} = 1{,}22473$	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$
	$\frac{1}{6}\sqrt{6} = 0{,}40824$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}707105$	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1
	h_2	o_2	g_2	l_2
Doppelt (zentriertes) kubisches Gitter	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3} = 0{,}86602$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\sqrt{6} = 2{,}44949$
	$\frac{2}{3}\sqrt{3} = 1{,}15470$	1	$\frac{2}{3}\sqrt{6} = 1{,}63298$	$2\sqrt{2} = 2{,}82842$
	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$	$\frac{1}{4}\sqrt{6} = 0{,}61236$	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$
	$\frac{1}{6}\sqrt{6} = 0{,}40824$	$\frac{1}{4}\sqrt{2} = 0{,}35355$	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1
	h_4	o_4	g_4	l_4
Vierfach (flächenzentriertes) kubisches Gitter	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} = 1{,}22474$
	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1	$\frac{1}{6}\sqrt{6} = 0{,}40825$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$
	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\sqrt{6} = 2{,}44949$	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$
	$\frac{1}{3}\sqrt{6} = 0{,}81649$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1

Es ist vielleicht nicht ohne Bedeutung, daß Aragonit auch nicht die stabile Form des $CaCO_3$ ist, und daß Aragonit besonders dann entsteht, wenn Sr-, Ba- oder Pb-Verbindungen Lösungsgenossen sind.

b) Calcitreihe.

Bei den rhomboedrischen Carbonaten sind Hauptzonenachsen:

1. die Kante des Spaltungsrhomboeders R $\{100\}$; zu dieser Zone gehören: ∞P2 $\{10\bar{1}\}$, R3 $\{20\bar{1}\}$, R $\{100\}$, $\frac{1}{4}$R3 $\{301\}$, $-\frac{1}{2}$R $\{101\}$;

2. die längere Diagonale des Spaltungsrhomboeders; in dieser Zone liegen: ∞R $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, 4R $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, R $\{100\}$, 0R $\{111\}$, $-\frac{1}{2}$R $\{011\}$, -2R $\{\bar{1}10\}$;

3. die kürzere Diagonale des Spaltungsrhomboeders; in dieser Zone liegen: R $\{100\}$, -2R $\{11\bar{1}\}$, ∞P2 $\{01\bar{1}\}$;

4. die vertikale Achse; in dieser Zone liegen: ∞R $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und ∞P2 $\{10\bar{1}\}$.

Nach der Neigung α der Rhomboederflächen gegen die Hauptachse kann man die in bezug auf ihre Winkel sichergestellten einfachen Mineralien der Calcitreihe folgenderweise gruppieren:

a)	$MgCO_3$,	$\alpha = 46^0 54'$	a : c = 1 : 0,8095
	$MnCO_3$,	$\alpha = 46\ 37$	= 1 : 0,8259
	$FeCO_3$,	$\alpha = 46\ 39$	= 1 : 0,8191
b)	$ZnCO_3$,	$\alpha = 47\ 03$	= 1 : 0,8062
c)	$CaCO_3$,	$\alpha = 45\ 24$	= 1 : 0,8543

Die Neigung der drei Rhomboederebenen gegen die Hauptachse ist bei den unter a) genannten Mineralien fast genau dieselbe wie die von drei Flächen eines unter $11^0 25' 10''$ gegen (100) geneigten Ikositetraeders 7O7 $\{117\}$ gegen die von ihnen eingeschlossene trigonale Achse; dieser reguläre Wert ist $46^0 41' 10''$; der Mittelwert der unter a) genannten Mineralien ist $46^0 43'$.

Man kann also das Spaltungsrhomboeder als eine tetartoedrische Form des Ikositetraeders $\{117\}$ auffassen, wobei von den vier, beim regulären Ikositetraeder gleichwertigen trigonalen Achsen die eine eine Sonderstellung erhält, indem nur diejenigen 6 Flächen des Ikositetraeders zur Ausbildung gelangen, welche an beiden Enden der einen trigonalen Achse liegen.

Die gleiche Neigung gegen die trigonale Achse wie das Ikositetraeder 7O7 $\{117\}$ hat auch das Triakisoktaeder 5O $\{155\}$; man könnte daher auch dieses als das reguläre Äquivalent des Spaltungsrhomboeders ansehen, oder mit anderen Worten: Man kann sowohl $\{117\}$ als positives und $\{155\}$ als negatives Rhomboeder ansehen, wie auch die umgekehrte Annahme machen. Als positive Form ist jedoch $\{117\}$ vorzuziehen, weil dann die häufigste Form $-\frac{1}{2}$R das reguläre Zeichen $\{144\}$ erhält, während dieselbe Form bei der anderen Wahl das weniger einfache Zeichen $\{522\}$ erhält.

Die Annahme liegt jedoch nahe, daß auch beim Calcit Schichten nach dem Ikositetraeder $\{117\}$ mit Schichten nach $\{155\}$ alternieren, welch letztere demnach um 180^0 aus ihrer eigenen Lage gedreht sind. Die beiderseits ausgebildeten Aragonitkristalle würden dann den bekannten Zwillingen des Calcits nach der Basis entsprechen, wenn man diesem Zwillingsgesetze die Definition zugrunde legt: Zwillingsachse ist die Hauptachse, Verwachsungsebene die Basis.

Das Zeichen $\{117\}$ ist allerdings kein einfaches, und man könnte deshalb entgegnen, daß man immer eine komplizierte reguläre Form finden könne, deren Winkelwerte der rhomboedrischen Form beliebig nahekommen. Dagegen ist jedoch zu bemerken, daß das Zeichen $\{117\}$ sich auf die drei regulären Hauptachsen h bezieht, welche als bevorzugte Richtungen bei den rhomboedrischen Carbonaten nicht in Betracht kommen; neben der Polkante und der kurzen Diagonalen des Spaltungsrhomboeders kommen hier vielmehr die lange Diagonale g und die hexagonale Hauptachse c, oder in regulärer Deutung o, in Betracht.

Betrachten wir aber einen regulären Würfel als Rhomboeder, so hat er das Achsenverhältnis $a : c_w = 1 : 1{,}22476$, das genannte Ikositetraeder erhält in bezug auf dieselben Achsen genau das Verhältnis $a : c = 1 : 0{,}81649 = 1 : \frac{2}{3}c_w$ und beim Aragonit erhält man bezüglich der Fläche k das Verhältnis $a : \frac{1}{2}c_w$. Betrachten wir also den regulären Würfel als ein Grundrhomboeder R, so erhält die Fläche k des Aragonits das Zeichen $-\frac{1}{2}R$ und das Spaltungsrhomboeder der rhomboedrischen Carbonate das Zeichen $\frac{2}{3}R$.

Die beiden Flächendiagonalen eines Rhomboeders, welches zur trigonalen Achse dieselbe Neigung hat wie die Flächen des Ikositetraeders $\{117\}$, verhalten sich zu den Kanten desselben Rhomboeders wie $1 : 0{,}7935 : 0{,}6383 = 1{,}2602 : 1 : 0{,}8044$.

Bezeichnen wir die große Diagonale mit D, die kleine mit d und die Kante mit K, so verhalten sich mit großer Annäherung $D : d = d : K = 5 : 4$.

Bei den hier in Betracht kommenden Mineralien sind die Werte $D : d : K$ folgende:

$MgCO_3$	1 : 0,79046 : 0,6373	=	1,2651 : 1 : 0,8061
$MnCO_3$	1 : 0,79781 : 0,6396	=	1,2532 : 1 : 0,8017
$FeCO_3$	1 : 0,79449 : 0,6386	=	1,2587 : 1 : 0,8038
$ZnCO_3$	1 : 0,78881 : 0,6368	=	1,2677 : 1 : 0,8070
$CaCO_3$	1 : 0,81099 : 0,6437	=	1,2330 : 1 : 0,7937

Bei $ZnCO_3$ unterscheidet sich dieses Verhältnis nur wenig von dem regulären, und zwar ist der mittlere Wert, d. h. der der kleineren Diagonalen kleiner; bei $CaCO_3$ unterscheidet es sich beträchtlich von dem regulären Wert, und zwar ist der mittlere Wert größer als der reguläre Wert, während bei den drei ersten Mineralien $D : d : K$ sich fast gar nicht von dem regulären Wert unterscheidet. Beim Kalkspat verhalten sich die beiden Flächen-

diagonalen zur Polkante wie 1 : 0,8107 : 0,6438; da 1 : 0,803 = 0,803 : 0,644, so ist also auch hier wie bei dem Rhomboeder mit genau regulären Dimensionen die kleine Diagonale annähernd die mittlere Proportionale zwischen der größeren Diagonalen und der Kante.

Das Verhältnis der Atombereiche R des C, Ca und O ist: $R_C : R_{Ca} : R_O = 1 : 0{,}798 : 0{,}666 \ldots$ und da $1 : 0{,}816 = 0{,}816 : 0{,}666 \ldots$, so ist auch der Wert R_{Ca} annähernd mittlere Proportionale zwischen R_O und R_C. Beim Kalkspat scheint somit eine gegenseitige Anpassung der drei Atombereiche die Ursache der stärkeren Abweichung von dem regulären Werte zu sein, so daß in der kürzeren Diagonalen des Spaltungsrhomboeders die Wirkung des Ca, in der Kante die des C und in der längeren Diagonalen die des O hauptsächlich zur Geltung kommt (vergl. Fig. 5).

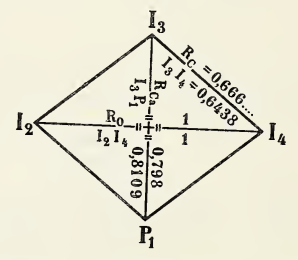


Fig. 5. Längenverhältnisse der Kante und der beiden Diagonalen der Rhomboederfläche des Kalkspates, verglichen mit den Radien R_C, R_{Ca} und R_O. Die Buchstaben I_3, I_4 usw. sind die betreffenden Längen der Kalkspatkanten.

Hierbei ergibt sich wieder die gleiche Erscheinung wie bei den Mineralien der Aragonitreihe. Diejenigen Mineralien, deren Metall, Mg, $\ddot{M}n$, $\ddot{F}e$ und Zn, in bezug auf den Wert R_x am meisten von dem regulären Verhältnisse, in diesem Falle 4 : 5, abweicht, haben Winkelwerte, welche den regulären am nächsten stehen, während der Calcit eine viel größere Abweichung hiervon erkennen läßt. Es scheint also, daß die Metalle Mg, $\ddot{M}n$ und $\ddot{F}e$ fast keinen, Zn nur einen geringen deformierenden Wert haben, weil ihr Wert R von dem regulären Werte 4 : 5 zu weit abweicht, und daß die Hauptwirkung der Metalle Mg, $\ddot{M}n$, $\ddot{F}e$, Zn in die gleiche Richtung fällt wie die des Kohlenstoffs. Das Verhältnis der Werte R der Metalle Mg, $\ddot{M}n$, $\ddot{F}e$ zum Wert R_C ist annähernd = 4 : 3.

Müssen wir hiernach das Spaltungsrhomboeder R $\{100\}$ der Mineralien der Calcitreihe mit den Flächen des regulären Ikositetraeders $\{117\}$ identifizieren, so entspricht das Rhomboeder $-\frac{1}{2}$R des Kalkspats der regulären Form 4O $\{441\}$, das Prisma ∞R $\{211\}$

wie beim Aragonit Flächen des Leucitoeders {112} und das Prisma ∞P2 {101} Flächen des regulären Granatoeders. Die Rhomboederkanten, welche nach dem Vorhergehenden als Hauptstrukturlinien erkannt wurden, fallen bei regulärer Aufstellung in die Ebenen des Granatoeders. Liegen drei Gerade unter gleichen Winkeln gegen eine trigonale Achse in je einer durch diese Achse gehenden Granatoederfläche, so verlangen die durch diese Achse gehenden regulären Spiegelebenen keine weiteren zu jenen drei Geraden gleichwertigen Kanten.

Die Mineralien der Kalkspatreihe gehören somit im Gegensatze zum Quarze zur rhomboedrischen (trigonalen) Hyposyngonie.

Von den sämtlichen ein reguläres Gitter bildenden Knotenpunkten scheinen diejenigen bevorzugt zu sein, welche einem und demselben rhomboedrischen Gitter mit den Dimensionen der Mineralien der Calcitreihe angehören, weil dessen Netzlinien eine auch über die Lamellengrenze hinaus homogen[1] bleibende Anordnung besitzen.

Das System der bevorzugten Knotenpunkte besitzt bei den einfachen rhomboedrischen Carbonaten die Symmetrie der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse, das Gesamtsystem aber eine niedrigere Symmetrie. Durch entsprechende Zwillingsbildung kommt eine quasi homogene Masse zustande, deren Symmetrie die gleiche ist wie die der bevorzugten Punkte. Ist die Zwillingsbildung nur unvollkommen, dann erscheint die quasi homogene Masse niedriger symmetrisch.

Bei den Doppelsalzen, z. B. $CaMg(CO_3)_2$ (Dolomit), hat sowohl das System der bevorzugten Punkte als das der quasi homogenen Masse nur die Symmetrie der rhomboedrischen Klasse.

Bei den Mineralien der Aragonit- und der Calcitreihe wiederholen sich somit die gleichen Verhältnisse, welche vom Verfasser schon früher in seiner Kristalloptik für den Quarz und den Pyrit abgeleitet wurden.

Auch beim Quarz und Pyrit wurde angenommen, daß die von W. H. und W. L. Bragg abgeleitete Atomanordnung nur ein bevorzugtes Teilsystem der gesamten deformiert regulären Atomanordnung darstelle. Wenn alle Knotenpunkte des deformiert regulären Gitters mit Atomschwerpunkten besetzt sind, dann müssen bei isomorphen Körpern die Werte R_x der sich gegenseitig vertretenden Elemente annähernd gleich sein; und dies ist auch bei den bisher untersuchten isomorphen Reihen tatsächlich der Fall.

Der weiteren Vermutung, daß dann allgemein bei kristallisierten Elementen das Atomvolumen dem Werte R_x^3 proportional sein müsse, widerspricht aber die bekannte Kurve der Atomvolumina. Wir müssen daher wohl annehmen, daß nur ein Teil der Knotenpunkte des regulären Gitters mit Atomschwerpunkten besetzt

[1] Im Sinne der vom Verf. in dessen geometrischen Kristallographie. p. 4.

ist. Sollten etwa die Bragg'schen Strukturbilder tatsächlich die gesamte Atomanordnung darstellen, dann sind zwar nur die bevorzugten Knotenpunkte des deformiert regulären Punktsystems mit Atomen besetzt. Für das geometrische und physikalische Verhalten (optische Drehung usw.) müssen dann aber auch die nicht besetzten Knotenpunkte der deformiert regulären Anordnung zur Geltung kommen.

Denn abgesehen davon, daß die hier abgeleiteten Beziehungen zwischen Atomgewicht und Atomabstand wohl kaum zufällige sein können, läßt das Bragg'sche Strukturbild des Quarzes, welches mit dem Sohncke'schen identisch ist, optische Drehung nur für Strahlen parallel der Hauptachse erkennen, während die Beobachtung ebenso wie das vom Verfasser für den Quarz abgeleitete deformiert reguläre Bild auch Drehung senkrecht zu dieser ergeben hat.

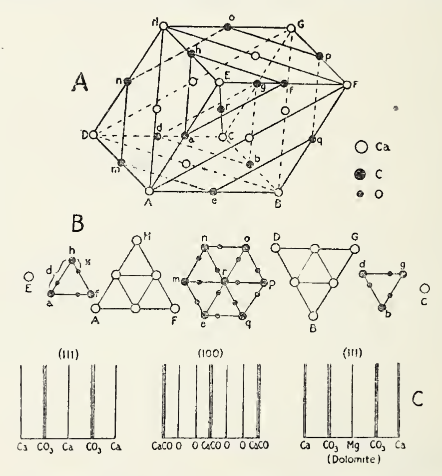


Fig. 6. Atomanordnung beim Kalkspat nach W. L. Bragg.

Auch bei Calcit läßt das Bragg'sche Strukturbild (Fig. 6) keine Beziehung zum regulären System erkennen; sowohl die Ca- als die C-Atome bilden in diesem Bilde die Schnittpunkte je eines rhomboedrischen Gitters mit den Dimensionen des Spaltungsrhomboeders, und es gilt demnach hier dasselbe, was bereits bezüglich des Quarzes erwähnt wurde.

Wie beim Quarz die Polkante T zwischen den positiven und negativen Rhomboederflächen ihre bevorzugte Bedeutung als Strukturlinie ihrem Längenverhältnisse 3 : 2 in bezug auf die Lateralkante[1] verdankt, so verdankt bei den Mineralien der Calcitreihe die Rhomboederkante ihre bevorzugte Stellung dem Verhältnisse 4 : 5 in bezug auf die kleinere Diagonale des Spaltungsrhomboeders.

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 604.

Die Achsenverhältnisse des **Pyrargyrits** $Sb(SAg)_3$, $a:c = 1:0{,}7892$, und des Proustits $As(SAg)_3$, $a:c = 1:0{,}8039$ lassen vermuten, daß die beiden Rotgültigerze die gleiche Struktur besitzen wie die Mineralien der Calcitreihe.

Setzen wir für Schwefel $n = 2$, für As $n = 3$, für Silber und Antimon $n = 5$, dann ergeben sich die Verhältnisse:

$$\left.\begin{array}{l} R_S : R_{As} = 3{,}10 : 2 \\ R_S : R_{Sb} = 3 : 2{,}005 \end{array}\right\} \text{also annähernd wie } 3:2 = R_O : R_C$$
$$R_{Sb} : R_{Ag} = 9 : 10{,}025$$
$$R_{As} : R_{Ag} = 7 : 8{,}11$$

Es bestehen also ähnliche Verhältnisse wie etwa beim Magnesit. Jedoch ist bei den Rotgültigerzen die Hemimorphie nach der Hauptachse stärker ausgeprägt als bei den Mineralien der Calcitreihe.

Schon lange bekannt ist ferner die fast genaue Übereinstimmung der geometrischen und physikalischen Eigenschaften der stabilen Form des Natriumnitrates $NaNO_3$ mit denen des Calcits und der Eigenschaften der stabilen Form des Kaliumsalpeters KNO_3 mit denen des Aragonits.

Beim Natriumnitrat ist $a:c = 1:0{,}8297$,
beim Kaliumnitrat $a:b:c = 0{,}5910:1:0{,}7011$.

Setzen wir für Natrium und für Stickstoff $n = 1$, für Kalium $n = 2$, dann wird

$R_{Na} : R_N = 1{,}214$ und wir fanden früher $R_{Ca} : R_C = 1{,}197$
$R_K : R_O = 0{,}7175$ „ „ „ „ $R_{Ba} : R_O = 0{,}699$;
$R_{Sr} : R_O = 0{,}731$

Die Entstehung der Zechsteinsalzlager aus chemisch-geologischen Gesichtspunkten.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Zwischen den zahlreichen Theorien, die über die Entstehung der Salzlager aufgestellt wurden, haben die Ochsenius'sche Barrentheorie und die Wüstentheorie Walther's den stärksten Widerhall gefunden.

Nach der Ochsenius'schen Barrenhypothese, welche sich auf die bekannten Verhältnisse des Kara Bugas stützt, bildeten sich mächtige Salzlager hauptsächlich in solchen Binnenseen, die durch eine Landesbarre vom Ozean mehr oder weniger abgetrennt waren. Der Zufluß von Meerwasser erfolgte demnach nur in solch geringem Maße, daß infolge des herrschenden Steppenklimas starke Konzentrierung der Salzlösung und Ausscheidung von Salzen in denselben erfolgen konnten. Der Umstand, daß in den Steinsalzablagerungen die Kalisalze selten vorhanden sind, wird mit Hilfe

dieser Hypothese dadurch erklärt, daß die Absätze der Binnenseen schließlich das Niveau der Barrenhöhe erreichten, wodurch die kalireichen Mutterlaugen in den Ozean zurückfließen mußten. Ein Zurückbleiben dieser Laugen konnte demnach nur infolge jener Gestaltungen des Untergrundes erfolgen, welche zur Erhöhung der Barre führten und den Busen vom Ozean abschließen.

Bei der Prüfung der OCHSENIUS'schen Hypothese dürfte man durch folgende Gesichtspunkte geleitet werden:

I. Die horizontale und vertikale Verbreitung und Gliederung des Salzkörpers.

II. Die chemische Beschaffenheit jener Laugen, deren Eintrocknung den vorhandenen Schichtungsverhältnissen entsprechen würde.

1. Es hätte bei dem vorausgesetzten Zufluß von Ozeanwasser, infolge der sukzessiven Zunahme der Eintrocknung gegen die Ränder des Zechsteinsees, entsprechende Differenzierung in der Ablagerung des Carbonats, des Gipses und des Steinsalzes stattfinden müssen. Diese Differenzierung tritt indessen nicht auf. Bereits der Umstand, daß im ersten Stadium der Ausscheidung über dem Carbonat sich homogene Mengen des Anhydrits ablagern konnten, schließt die Hypothese der ständigen Verbindung mit dem Ozean gänzlich aus.

2. Aus der Tatsache, daß die Zusammensetzung des anhydritischen Steinsalzes annähernd jenem Verhältnisse entspricht, in welchem die Salze Calciumsulfat und Natriumchlorid im Meerwasser vorkommen, kann keine Bestätigung der OCHSENIUS'schen Theorie abgeleitet werden. Abgesehen davon, daß die Jahrtausende andauernde, gleichartige Ausbildung des Staßfurter anhydritischen Steinsalzes schon an und für sich das Bestehen eines vom Meere isolierten Beckens voraussetzt, muß die Entstehung der periodischen Anhydritschichten in der Weise erklärt werden, daß nach der Bildung des Gips-Anhydrithauptlagers die Lauge schließlich das Stadium der konstanten Lösung von schwefelsaurem Calcium und von Chlornatrium erreichte, und unter der Dehydratationstemperatur des Gipses sich Steinsalz und geringe Mengen von Gips — später infolge von Temperaturerhöhungen des Bodens in Anhydrit umgewandelt — gemeinschaftlich ausscheiden konnten. Stieg nun in der warmen Jahreszeit die Temperatur der Lauge über die Dehydratationsgrenze des Gipses (ungefähr 25° bei dieser Konzentration und Zusammensetzung), so schied sich infolge der Löslichkeitsabnahme des entstandenen Anhydrits der Überschuß desselben aus und bildete die anhydritischen Jahresschichten. Nach der Ausfällung des überschüssigen Anhydrits, jedoch während der warmen Jahreszeit, erreichte die Lösung auch den Gleichgewichtszustand der gemeinschaftlichen Ausscheidung von Steinsalz und von Anhydrit. Während dieser Zeit, also noch in der warmen

Jahreszeit, schied sich daher die Hauptmenge des Steinsalzes aus, mit minimaler Beimengung von Anhydrit. Bei Abnahme der Lufttemperatur nahm auch die Temperatur der Lauge ab, die Löslichkeit des Anhydrits aber bis zum Hydratationsgrade zu, demzufolge sich fast reines Steinsalz ausschied. Bei weiterer Abnahme der Temperatur, bis unter den Dehydratationsgrad des schwefelsauren Calciums, nimmt sowohl die Löslichkeit des Gipses als auch jene des Steinsalzes ab, weshalb bei diesen Temperaturen sich ebenfalls Steinsalz ausschied, und zwar im Zusammenhange mit den Temperaturverhältnissen und je nach den Tiefen, in welchen die Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme stattgefunden haben, mit variierenden geringen Mengen des Gipses.

Während der kühlen, regnerischen Witterung konnten sich infolge der Verlangsamung, eventuell infolge des temporären Ausbleibens des Sättigungsprozesses relativ größere Mengen schwebender Ton- und Sandteilchen aus der Lauge ablagern. Erwärmten sich aber in der nachfolgenden neuen Periode der trockenen, warmen Jahreszeit die oberen Seeschichten, so kam es infolge der Verschiebung des Gleichgewichtszustandes zwischen dem Chlornatrium und dem schwefelsauren Calcium, bei über der Dehydratationsgrenze des Gipses liegenden Temperaturen, zu neuer Differenzierung der Ausscheidung beider Verbindungen und demnach zur isolierten Ausscheidung des überschüssigen Anhydrits. Mit dieser unmittelbaren Aufeinanderfolge der Ausscheidungen bezw. der Jahreszeiten hängt offenbar das gesteigerte Vorkommen von Ton, Sand und Bitumen in den periodischen Schichten zusammen [1].

Die Resultate der über die Zusammensetzung einzelner Anhydritschnüre und Steinsalzschichten des Staßfurter anhydritischen Steinsalzes bisher ausgeführten Analysen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1.

	Staßfurt									
	Anhydritschnur						Steinsalzschicht			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
$CaSO_4$.	87,09	94,10	72,31	98,72	78,70	98,96	0,73	0,82	0,52	1,44
NaCl . .	11,92	5,24	26,85	0,32	20,46	0,22	98,93	99,17	99,28	98,55
Al_2O_3 Fe_2O_3	0,41	0,28	0,36	0,38	0,32	0,35	0,14	Spuren	0,08	Spuren
SiO_2 . .	0,50	0,31	0,39	0,49	0,44	0,40	0,15	Spuren	0,12	Spuren
Bitumen	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05	Spuren	Spuren	Spuren

Oft enthalten die Anhydritschichten dünne Steinsalzschnüre, den Oscillationen der Ausscheidungstemperatur entsprechend, wo-

[1] M. Rózsa, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **90**. p. 380—381.

gegen an vielen Stellen das plastischere Steinsalz infolge dynamischer Vorgänge in die Risse der Anhydritschichten eingepreßt wurde. Diesen beiden Umständen muß der in vielen Fällen große Steinsalzgehalt der analysierten Anhydritschichten zugeschrieben werden. Die von beigemengtem Steinsalz befreite Anhydritschnur enthielt nur geringe Mengen (0,22 % bis 0,86 %) des Steinsalzes.

Hauptsächlich zur Erklärung der stellenweise bedeutenden Mächtigkeiten des Zechsteinsalzes stellte Ochsenius die Barrentheorie auf. Nehmen wir indessen in Betracht, daß — von den nachträglich ausgelaugten Stellen abgesehen — Salzablagerungen von den russischen Grenzen bis nach Holland hinein und von den Nord- und Ostseen bis an den Fuß der deutschen Mittelgebirge fast überall vorzufinden sind, weshalb in den tiefer gesunkenen Beckenteilen die Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen sich von großen Flächen vollzog, so ergibt sich die natürliche Erklärung sowohl für die große Mächtigkeit des Steinsalzes, als auch für jene des Anhydritlagers. Die während des Eintrocknungsprozesses vor sich gehende Gestaltung dieses mächtigen Beckens war indessen mit keiner gleichmäßigen Senkung der einzelnen Beckenteile verbunden, sondern es fanden stellenweise auch relative Erhebungen der Beckensohle statt. Mit dieser ungleichmäßigen Gestaltung des Eintrocknungsgebietes hängen wohl jene Erscheinungen zusammen, daß die Laugen einzelner isoliert gewordener Beckenteile, die infolge der verschiedenen Tiefenverhältnisse sich in abweichenden Stadien der Eintrocknung befanden, stellenweise übereinanderflossen. So kommen in der Werragegend drei Steinsalzlager und zwei isolierte Lager der Kali- und Magnesiasalze vor, als Beweise stattgefundener Überlagerungen von Laugen verschiedenen Eintrocknungsstadiums. Die in den liegenden Teilen des mittleren und oberen Steinsalzes befindlichen Carnallitschichten beweisen ferner, daß die Überflutungen mit sukzessive erfolgter relativer Erhebung des benachbarten tieferen Beckens verbunden waren. Es wanderten bei diesen Bodengestaltungen nicht bloß die bis zur Steinsalzausscheidung gesättigten Laugen, sondern auch die in vorgeschrittenerem Stadium gewesenen, spezifisch schweren und chlormagnesiumreichen Laugen, die sich dann in den tieferen Beckenteilen ansammelten und die periodische Entstehung von Sättigungszonen für Carnallit und diskordante Auflagerungen desselben verursachten[1]. Die regelmäßig gleichartige Entwicklung des Werrasteinsalzes und der Mangel an Ton- und Sandschichten schließen jene Erklärung, daß diese Steinsalzlager den Eintrocknungsprodukten periodisch zusammengewaschener Laugen entsprechen würden, vollständig aus. Ähnliche Verhältnisse lassen sich auch in den hannöverschen Kalisalzlagern

---

[1] M. Rózsa, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 88. p. 323.

feststellen. Über den jüngeren Kalisalzlagern haben sich mächtige Steinsalzlager ausgebildet, und zwar in derselben Regelmäßigkeit und Stetigkeit wie jene unter diesen Kalisalzlagern. An diesen Stellen war daher die Lösung bereits bis zur Ausscheidung der Kalisalze eingetrocknet, während in dem benachbarten tiefer liegenden Becken, mit welchem die Verbindung unterbrochen war, der Eintrocknungsprozeß nur bis zur Steinsalzausscheidung erfolgte. In diesem Stadium der Kalisalzausscheidung konnten nun tektonische Verschiebungen derartige Gestaltungen der Beckensohlen verursachen, daß die bis zur Kalisalzausscheidung gesättigte Lösung von der weniger konzentrierten und nur bis zur Steinsalzausscheidung gesättigten Lauge des tieferen Beckens überlagert wurde, weshalb über den Kalisalzen die Steinsalzausscheidung von neuem begann. Der Eintrocknungsprozeß erlitt demnach keine Unterbrechung, sondern es erfolgte nur ein wesentlicher Rückgang in der Zusammensetzung der über den abgelagerten Kalisalzen befindlichen Lösung. Indessen erfolgte aus dieser Lauge keine neuere Ausscheidung der Kalisalze, da inzwischen, noch während der Steinsalzausscheidung, beide Beckenteile mit dem Ozean in neuere Verbindung traten, wie dies die über dem hangenden Steinsalz von neuem auftretenden Ton-Anhydrit-Steinsalzschichten beweisen[1].

Wenn auch die auf die ursprüngliche Mächtigkeit des abgelagerten älteren Anhydrits und Steinsalzes bezüglichen Angaben, infolge mangelhafter Aufschlüsse und tektonischer Deformationen, weitere Ergänzung benötigen, so kann trotzdem bereits vorausgesetzt werden, daß die Mächtigkeit des Staßfurter Anhydrits, im Vergleiche zum Steinsalz, eine viel zu große ist. Dieser Umstand hängt offenbar ebenso mit den abweichenden Niveauänderungen der einzelnen Teile des Senkungsgebietes zusammen, als jene andere Erscheinung, daß in den Südharzlagern die Hauptsalz- und Hartsalzschichten, die in ihrer Mächtigkeit ungefähr dem Staßfurter Hauptsalz- und Hartsalzlager entsprechen, eine verhältnismäßig ganz schwache Unterlage von anhydritischem Steinsalz besitzen.

Die zwei Umstände, nämlich die in den tiefer gesunkenen Beckenteilen von großen Flächen stattgefundene Zusammenschrumpfung bereits konzentrierter Laugen und die mit den lokalen Niveauveränderungen der Beckensohle verbundenen Überlagerungen der Laugen, ergeben demnach eine den Naturerscheinungen am nächsten stehende Erklärung über die außerordentliche Mächtigkeit des Anhydrits und des Steinsalzes. Daß diese vorausgesetzten Niveauveränderungen der einzelnen Teile des Senkungsgebietes keine größere Störung in den bereits

[1] M. Rózsa, Über den organischen Aufbau der Staßfurter Salzablagerungen. Berlin 1914. p. 34—35.

abgelagerten Schichten (bisher untersuchter Salzlager) verursachten, findet wohl darin seine Erklärung, daß an diesen Stellen die verhältnismäßigen Verschiebungen des Niveaus mit den Gestaltungen entfernt liegender Beckenteile im Zusammenhange stehen konnten.

Die in gewissen Tiefen erfolgten Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme haben zu den quantitativen Abweichungen der Steinsalzablagerung ebenfalls beigetragen, besonders an jenen Stellen, wo sich chlormagnesiareiche Bodenlaugen in größerer Menge ansammeln konnten.

Die Unhaltbarkeit der Barrentheorie bedarf wohl keiner weiteren Ausführungen und es kann daher die Hypothese der wiederholten Entstehung einer Barre, die zur Erklärung der jüngeren Zechsteinsalzlager vorausgesetzt werden müßte, einfach übergangen werden. Dieselben dürften mit der von großen Flächen stattgefundenen, bereits erwähnten Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen und Überlagerungen von Laugen isoliert gewordener Beckenteile ebenfalls am entsprechendsten erklärt werden.

Jene Variation der Barrentheorie, welche, analog den Erscheinungen der Karabugasbucht und des Kaspisees, die äußerst große Menge des abgelagerten Steinsalzes dem Umstande zuschreibt, daß die Ausscheidung an diesen Stellen in flachen Buchten erfolgte, die mit einem tieferen See, aus welchem dauernd Seewasser zufloß, in Verbindung standen, hat ebenfalls wenig für sich. Man müßte nämlich in diesem Falle eine Jahrtausende hindurch beständig unveränderliche Wasserhöhe im Zechsteinsee annehmen und auf diese Weise solche Mengen fremder Zuflüsse voraussetzen, die sich weder im qualitativen noch im quantitativen Aufbau des Salzkörpers erkennen lassen[1].

Die Ochsenius'sche Barrentheorie wurde bereits von Walther abgelehnt[2]. Nach seiner bekannten Wüstentheorie entstanden die Zechsteinsalzlager infolge der von großen Flächen stattgefundenen Zusammenschrumpfung eintrocknender Meereslaugen, wobei ein dauernder Senkungsvorgang des Untergrundes vorausgesetzt wird. Die während der Zusammenschrumpfung bereits trockengelegten Salzgebiete wurden durch Niederschläge z. T. wieder aufgelöst und die zusammengewaschenen Laugen gerieten in die tieferen Beckenteile, wo sie zur Bildung des Salzkörpers wesentlich beitrugen.

Wie es demnach aus meinen jetzigen und früheren Ausführungen[3] ersichtlich ist, decken meine Beobachtungsdaten und

[1] Es wäre sehr wünschenswert, sobald wieder normale Verhältnisse eintreten, die Ablagerungen des Kaspisees einer systematischen Untersuchung zu unterwerfen.

[2] J. Walther, Geologie Deutschlands. p. 94—98. — E. Erdmann, Zeitschr. f. angew. Chemie. 1908. p. 1685.

[3] M. Rózsa, Über den organischen Aufbau der Staßfurter Salzablagerungen. Berlin, 1914. p. 10. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 90. p. 377.

Ansichten in vielem die Auffassung Walther's. Die ununterbrochen regelmäßige Ausbildung des anhydritischen Steinsalzes widerspricht jedoch jener Voraussetzung, daß zur Entstehung desselben die Niederschläge, bezw. die zusammengewaschenen Laugen, wesentlich beigetragen haben. Der Eintrocknungsprozeß zusammengewaschener, nicht gesättigter Laugen wäre mit der Ausbildung stärkerer Ton- und Sandschichten verbunden gewesen und die Anhydrit- und Steinsalzlager könnten nicht in ihrer Regelmäßigkeit und Reinheit vorkommen. Bei Beurteilung der quantitativen Verhältnisse des Anhydrits und des anhydritischen Steinsalzes muß demnach, außer der Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen, hauptsächlich jene ungleichmäßige Verteilung der Zechsteinlaugen in Betracht gezogen werden, die mit den erwähnten, lokal verschiedenen Niveauänderungen des Untergrundes im Zusammenhange standen. Die Mitwirkung zusammengewaschener Laugen war bei weiterer Zusammenschrumpfung des Laugengebietes, also zur Zeit der Kalisalzausscheidung, von größerem Belang, als die Kontinuität der Ausscheidungen nicht bloß durch einzelne Steinsalzbänke unterbrochen wurde, sondern auch der Ton- und Sandgehalt bedeutend zunahm.

Über das Alter der Libyschen Stufe Zittel's

und eine neue *Stephanophyllia* (*St. Schweinfurthii* n. sp.) aus den Blättertonen des Danien in Ägypten.

Von **Paul Oppenheim.**

Eines der wichtigsten Resultate der Arbeiten Zittel's bei der Rohlf'schen Expedition, welche sich neben anderem die geologische Erforschung des Nillandes zur Aufgabe stellte, ist, wie Zittel[1] damals selbst betonte, die Aufstellung und Begrenzung der „Libyschen Stufe" gewesen. Diese sollte die untersten Tertiärschichten umfassen, welche sich zwischen die oberste Kreide einer- und die Ablagerungen des Mokattam bei Kairo andererseits einschöben, und welche nach unten direkt ohne Pause im Absatze in die Kreide selbst verlaufen sollten. Das genaue Alter dieser Formation wurde naturgemäß noch nicht bestimmt und ihr Verhältnis zu denjenigen des westlichen Europas und des Mittelmeerbeckens noch nicht festgelegt; es wäre dies auch ohne weitgehende Einzeluntersuchungen nicht möglich gewesen. Das Hauptmoment für Zittel, welches er wiederholt betont, ist und bleibt, daß zwischen diesem unteren Eocän und der oberen Kreide ein kontinuierlicher Verlauf stattfindet, daß hier keine natürliche Trennlinie gezogen werden kann und daß sich ganz allmählich die ersten Operculinen und Num-

[1] Geologie und Paläontologie der Libyschen Wüste. Palaeontographica. **30,** 1. Cassel 1883. p. XC.

muliten einstellen als Zeugen einer in ihren Daseinsbedingungen und in ihrer tierischen Bevölkerung vollständig veränderten Zeitepoche unseres Planeten. Dabei hat keine wesentliche Verschiebung der Grenzen zwischen Land und Meer stattgefunden und Süßwasser- und Landabsätze mit Ligniten fehlen daher durchaus. Auf Grund eingehender Kenntnis der Eocänabsätze auf anderen Gebieten und unter Beibringung eines großen Materials an Tatsachen und Beobachtungen aus den übrigen Eocänbereichen glaubt Zittel für diese Libysche Stufe eine ganz besondere Stellung und eine ganz heterogene Entwicklung in Anspruch nehmen zu dürfen.

Zittel's Ansichten gründen sich in erster Linie auf seine Begehungen der Oasen Farafrah und Dachl und der angrenzenden Wüstenteile; und hier sind seine diesbezüglichen Untersuchungen lange von keiner Seite wieder aufgenommen worden[1]; auch von Blanckenhorn nicht, der später wohl am eingehendsten die geologischen Verhältnisse Ägyptens durchforscht hat. In seinem der Kenntnis des Palaeogen in Ägypten gewidmeten Aufsatze geht dieser Forscher[2] zwar von Beobachtungen aus, durch welche Zittel zur Errichtung seiner Libyschen Stufe geführt wurde, und gibt diese sorgfältig wieder. Blanckenhorn fügt aber sogleich hinzu: „Diese Sätze gelten auch heute noch, aber nur für den Teil Ägyptens, den v. Zittel selbst bereist hat, die südliche Libysche Wüste. Für die übrigen Gebiete Ägyptens bedürfen sie einiger Modifikationen.“ Diese Veränderungen nun, welche Blanckenhorn für die Auffassung Zittel's beibringt, bestehen im wesentlichen darin, daß er die kontinuierliche Entwicklung zwischen Kreide und Eocän nur auf den südlichen Teil der Libyschen Wüste beschränkt wissen will, für das Niltal selbst und überhaupt die nördlicheren Gebiete sie aber direkt ausschließt. „Jedenfalls zeigt sich im größten Teil Ägyptens eine mehr oder weniger große Lücke in der Sedimentation an der Basis des Eocän.“ Für die Gebiete, deren geologische Zusammensetzung Zittel's systematische Anschauungen bestimmte, hat nun Blanckenhorn — soweit diese wenigstens das Eocän betreffen — kaum etwas an tatsächlich Neuem beigebracht, da er diese entlegenen Oasen kaum persönlich

---

[1] Bis 1894, wo Lyons im Quat. Journ. geol. Soc. of London, **4**, p. 535 seine Mitteilungen über die Libysche Wüste herausgab, war, wie der Verf. selbst betont, in der Fortsetzung und Erweiterung der Untersuchungen Zittel's nichts geschehen. Die Untersuchungen von Lyons selbst, des langjährigen Leiters der Geolog. Survey of Egypt, gehen auf das hier in Frage stehende Thema, die Frage des Zusammenhanges zwischen Kreide und Eocän, nicht näher ein. Auf die späteren Arbeiten anderer Mitglieder der anglo-ägyptischen Organisation werden wir weiter unten zurückzukommen haben.

[2] Vergl. M. Blanckenhorn, „Neues zur Geologie und Paläontologie Ägyptens. II. Das Palaeogen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1900. p. 403 ff.

besucht haben dürfte. Seine Gliederung des unteren Eocän in den anderen Regionen, zumal im Niltale selbst, ist dagegen die folgende:

I. Unteres Suessonien oder Kurkurstufe.
II. Mittleres Suessonien oder untere Abteilung der Libyschen Stufe.
III. Oberes Suessonien oder obere Abteilung des Libyschen Stufe.

Ein Vergleich mit anderen Eocänbereichen — soweit es sich nicht um die angrenzenden Eocängebiete von Syrien und Palästina handelt — wird nicht versucht. Die ganze Gliederung krankt — rein prinzipiell genommen — etwas an der Anwendung der schon damals etwas veralteten d'Orbigny'schen Etagenbezeichnung „Suessonien".

Dieser Nachteil der Blanckenhorn'schen Systematik hat sich seither noch verstärkt. Einmal muß, seitdem Fourtau[1] und Leuchs[2] ziemlich gleichzeitig nachgewiesen haben, daß die Kurkurstufe in Wirklichkeit nicht besteht und ihre Anwesenheit durch die zufällige Vermengung von Fossilien des Eocänkalkes mit solchen der darunter lagernden Blättertone der Kreide vorgetäuscht wird, diese augenscheinlich in Wegfall kommen; andererseits gehören die Blättertone bei Theben, wie bereits Zittel vorahnend meinte, und wie ich selbst[3] später paläontologisch nachgewiesen habe, im Gegensatz zu der früheren Auffassung von Delanoüe und d'Archiac nicht dem unteren Eocän, sondern schon dem Danien an. Damit wird der Begriff des unteren Suessonien bei Blanckenhorn inhaltslos und hat somit in Wegfall zu kommen. Im Einklange damit steht, daß die Mitglieder der Geol. Survey of Egypt, zumal H. J. L. Beadnell[4], auch für das Gebiet der südlichen Oasen aus stratigraphischen Momenten die Kontinuität zwischen Kreide und Eocän leugnen, und die Konkordanz zwischen beiden Formationen da, wo sie, wie z. B. im N der Oase Beharich, auch für sie besteht, als eine nur scheinbare auffassen[5], während weiter im Süden anscheinend eine kontinuierliche Entwicklung zwischen oberster Kreide und ältestem Tertiär im Sinne der Zittel'schen These angenommen wird[6]. Im N, NO und W der Oase soll dagegen der

[1] Les Gara-Kurkur Series. Bull. de l'Institut égyptien. (V.) 7. Le Caire 1913. p. 20 ff.

[2] Geologisches aus der südlichen Libyschen Wüste (Gebel Gurra, Oase Kurkur, Gebel Borga). N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. II. p. 33—48.

[3] Über die Fossilien der Blättermergel von Theben. Sitzungsberichte in math.-phys. Klasse d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch. 32. 1902. p. 435 ff.

[4] Découvertes géologiques récentes dans la Vallée du Nil et le désert Libyen. Congrès géologique international. VIIIe session, en France. Comptes Rendus. II. Paris 1901. p. 839 ff.

[5] a. a. O. p. 851. Anmerkung.

[6] a. a. O. p. 853.

Kalk der Libyschen Stufe direkt und ohne Zwischenglieder auf dem Cenoman liegen, so daß der Autor abschließend feststellt: „Il résulte clairement de ces faits, qu'il y a, entre le Crétacé et l'Éocène une remarquable discordance, les dépôts éocènes recouvrant successivement les differents étages du Crétacé.“ Das Umgekehrte, also der volle lückenlose Übergang beider Formationen im Sinne ZITTEL's, wird allerdings in einer späteren Publikation im Hinblick auf die Verhältnisse am Gebel Awaina bei Sabaia (N von Efu) von dem gleichen Autor für die südlicheren Gebiete vorausgesetzt [1]. Es werden aber hier die Blättertone („Esneh Shales“) noch als Eocän aufgefaßt, trotzdem ihre Kreidenatur bereits erkannt war. Als Untereocän bleiben somit nach wie vor nur die Nummulitenkalke der Libyschen Stufe übrig und somit die Frage offen: „Welches ist das Alter dieser Formation?“ und „Mit welchen Bildungen Nordeuropas und des Mittelmeerbeckens ist sie zeitlich zu identifizieren?“

ZITTEL hat — wie wir bereits sahen — nie daran gezweifelt, daß es sich in seiner Libyschen Stufe um Untereocän handle. Die späteren Bearbeiter ihres Fossilinhaltes sind ihm in diesem Punkte bisher gänzlich gefolgt, so P. DE LORIOL für die Echiniden, DE LA HARPE und SCHWAGER für die Foraminiferen, ich selbst für die Mollusken. MAYER-EYMAR, der sie vielfach auch geologisch durchforscht hat, hat sie zu seinem Londinien gestellt, also für gleichwertig gehalten den Sanden von Cuise-la-Motte mit *Nummulites planulatus* = *elegans* und den Tonen des Beckens von London. Wenn die letztere Auffassung die richtige wäre, so würde sie damit höher hinaufrücken, und es würden mithin in Ägypten Äquivalente des Montien und des Thanétien, mithin des Paleocän gänzlich fehlen. Es würde dann aber gerade auch hier in Ägypten dieselbe Lücke zwischen Kreide und Eocän bestehen, deren Vorhandensein ZITTEL mit solcher Energie bestritten hat. Man sieht also, daß hier noch mehr Schwierigkeiten verborgen liegen, als dies der dem Gegenstande ferner Stehende vermutet!

Während alle die bisherigen Beobachter aber an dem untereocänen Charakter der Sedimente festhielten, ist auch dieser in neuerer Zeit in Zweifel gezogen worden. BOUSSAC [2] hat behauptet, daß die ganze Libysche Stufe ZITTEL's transgredierendes Lutétien, also Mitteleocän sei. Der französische Autor stützt seine Behauptungen zuvörderst darauf, daß er selbst in der Umgegend

[1] H. J. L. BEADNELL, On the Eocene and Cretaceous Systems of the Nile Valley. The Quaterly Journal of the Geological Society of London. **61.** 1905. p. 673 u. 676.

[2] Vergl. „Observations nouvelles sur le Nummulitique de la Haute-Egypte“. Compte rendu sommaire des séances de la Soc. géol. de France. 1913. p. 63 ff. (Séance du 7 Avril.)

von Theben den allmählichen Übergang zwischen Kreide und Tertiär nicht aufzufinden vermochte. Überall, wo er an dieser Stelle den Kontakt wahrzunehmen vermochte, bestände zwischen dem Blättermergel des Danien und den sie bedeckenden, an Feuerstein reichen kreidigen Kalken ein plötzlicher Kontrast und eine sehr scharf gezogene Grenze.

Boussac bekämpft hier Dinge, die nie behauptet wurden. Die Grenze zwischen Blättermergeln und festen Kalken muß natürlich stets leicht zu ziehen sein. Zittel hat auch nie das Gegenteil behauptet und seine Libysche Stufe nie auf die Verhältnisse des Niltales bei Theben begründet. Die Gliederung stützt sich auf die stratigraphischen Verhältnisse der beiden Oasen in der Libyschen Wüste, und hier sollen an zahlreichen Punkten Kalke der Kreide in diejenigen des Eocäns übergehen. Es lagert hier im allgemeinen auf den Blättertonen eine Kalkformation, die sich durch ihre Fauna noch als typisch cretacisch erweist und die Zittel als „schneeweißen, wohlgeschichteten Kalkstein oder erdige Kreide“ bezeichnet. Erst über dieser Kreidestufe, dem obersten Danien, baut sich der Kalkstein der Libyschen Stufe auf, und somit vollzieht sich der Übergang inmitten einer in ihrer petrographischen Ausbildung im wesentlichen gleichartigen Kalkmasse. Es ist sogar anzunehmen, daß diese oberste Kreide im Niltal bei Theben nicht einmal fehlt. Wahrscheinlich entspricht sie dem „quatrième étage“ des von Delanoüe[1] bei Theben gegebenen Profiles. Dafür spricht der petrographische Charakter, den diese Formation nach den Angaben Delanoüe's besitzen soll. Fossilien sind in ihr, trotzdem sie 116 m Mächtigkeit besitzen soll, in der Umgegend von Theben anscheinend bisher nicht aufgefunden worden. Delanoüe schweigt über diesen Punkt, aber d'Archiac, der die paläontologischen Stützen des Aufsatzes lieferte, fügt auf p. 11 a. a. O. ausdrücklich hinzu: „On a vu que le quatrième étage, malgré sa grande épaisseur, n'avait offert à M. Delanoüe aucun fossile déterminable.“ Auch Boussac hat in diesen wohl noch dem Danien angehörenden kreidigen Kalken anscheinend keine organischen Reste gesehen; die Fossilien, die er bei Chaghab, „d. h. ein wenig stromaufwärts von Theben“ gefunden haben will, liegen jedenfalls höher und gehören schon der dritten Etage Delanoüe's an, welche der Libyschen Stufe Zittel's entsprechen dürfte[2].

[1] Note sur la constitution géologique des environs de Thèbes. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. **67.** p. 701. Séance du 5 Octobre 1868. p. 705.

[2] Die Angaben über Alter und Äquivalenz des die Blättertone bei Theben-Luxor bedeckenden Kalkhorizontes sind einigermaßen widerspruchsvoll. Zittel (Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Libyschen Wüste. Palaeontographica. **30**, 1. p. LXXVIII) hält es für am wahrscheinlichsten, daß bei Esneh beide Horizonte, derjenige der obersten Kreide und der-

Wir sehen also schon in diesem Punkte bei Boussac ein Mißverständnis an das andere sich reihen und beobachten kein allzu tiefes Eindringen in die tatsächlichen Unterlagen der Frage[1]. Was nun die Fossilien selbst anlangt, welche Boussac bei Chaghab, also — wie wir annehmen dürfen — in den Kalken der Libyschen Stufe gefunden haben will, so beschränken sich diese, wenn man von einer stratigraphisch nichtssagenden *Operculina* sp. absieht, auf einen Nummuliten, *N. atacicus* Leymerie, und auf einen Echiniden, *Conoclypeus conoideus* Leske sp. Was die letztere Form anlangt, so muß sie sehr gut erhalten sein, oder es muß seitens des Beobachters eine recht genaue Kenntnis dieser Formen vorliegen, damit sie scharf und mit Sicherheit von verwandten Arten, wie z. B. dem *C. Delanoüei* P. de Loriol der Libyschen Stufe getrennt werden kann. *Nummulites atacicus* Leymerie wird schon von de la Harpe aus der Libyschen Stufe als leitend angegeben. Er findet sich aber auch in Algerien und im Südosten Frankreichs (Corbières) im Untereocän (Yprésien). Man kann sich in diesem Punkte Herrn Boussac gegenüber auf französische Arbeiten stützen[2]. Die Anwesenheit von *Nummulites atacicus* spricht also nicht gegen das untereocäne Alter der Kalke von Chaghab, respektive der Libyschen Stufe.

Was nun die Hügel um Theben selbst anlangt, so soll man nach Boussac in ihnen Fossilien nur etwa 100 m über der Basis finden. Dieses ist im Momente natürlich und selbstverständlich, wo man das Profil Delanoüe's im Auge hat und sich bewußt ist,

---

jenige der eocänen Libyschen Stufe derartig verschmolzen seien, daß die Trennung zwischen ihnen kaum möglich sei. Blanckenhorn (Neue geologisch-stratigraphische Beobachtungen in Ägypten. Sitzungsberichte der Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch. Math.-Phys. Kl. **32**. München 1903. p. 360) bezeichnet jene die Blättertone von Theben bedeckende Kalkmasse nur als L = Knollenkalk der Libyschen Stufe. Hume endlich (The effects of secular oscillation in Egypt during the Cretaceous and Eocene Periods. Quat. Journ. of the Geol. Soc. of London. **67**. 1911. p. 118 ff.) bezeichnet ebenfalls auf der Tabelle p. 128 den Kalk als „Lower Libyan Limestone", schreibt aber auf p. 131: „In the first, of Luxor type, the shales, containing a typical fauna of small gasteropoda, pelecypoda etc., presenting a Danian character, are separated by only a few metres of **a white chalk** from more massive Eocene Limestone containing large forms of *Rhabdocidaris*, *Linthia* and *Lucina thebaica* Zitt." Danach würde also, wie Zittel vermutete, die über den Blättertonen liegende Basis des Kalkhorizontes noch der Kreide angehören!

[1] Die vorher erwähnten Untersuchungen Hume's müssen Boussac unbekannt geblieben sein, sonst würde er nicht gerade diesen Autor auf p. 110 a. a. O. als Stütze für seine Anschauungen heranziehen.

[2] Vergl. Depéret und Fischeur in: „Bulletin de la Soc. Géol. de France". III. Série. **27**. p. 697, und Louis Doncieux: „Monographie géologique et paléontologique des Corbières orientales". Annales de l'université de Lyon. Nouvelle série. Fascicule 11. 1903. p. 342.

daß, wie wir oben bemerkten, die unteren 100 m Kalk mit allergrößter Wahrscheinlichkeit noch der Kreide angehören, die an diesem Punkte nahezu versteinerungslos ist. Boussac fährt aber fort: „Die Fossilien, welche man etwa 100 m über der Talsohle findet, sind besonders Mollusken, welche ohne großen stratigraphischen Wert zu sein scheinen oder die man wenigstens zu diesem Zwecke schwer benutzen kann.“ (Ce sont surtout des Mollusques, qui paraissent sans grande valeur stratigraphique, ou tout au moins difficiles à utiliser [1].) P. de Loriol soll aber früher von dieser Örtlichkeit *Amblypygus dilatatus* Agassiz und *Linthia arizensis* Cotteau angegeben haben, von denen wenigstens der erstere zu den Leitfossilien des Lutétien gehöre. Was diese beiden Seeigel anlangt, so hat P. de Loriol selbst a. a. O. [2] gerade für die von Theben stammenden Exemplare Zweifel hinsichtlich der Richtigkeit seiner Bestimmungen ausgesprochen, zumal gilt dies für *Amblypygus dilatatus*, von dem der Autor selbst für das Exemplar von Theben schreibt: „toutefois il me reste encore, relativement à cet individu, quelques doutes qui ne pourront être dissipés que par la découverte d'autres échantillons bien intacts.“ Diese Zweifel finden sich in der von Fourtau mit Unterstützung von Victor Gauthier herausgegebenen Monographie [3] wiederholt und unterstrichen. Man muß mit sehr vorgefaßten Ansichten an ein Thema herangehen, wenn man diese — wie wir sahen — durchaus zweifelhaften Seeigelreste als ausschlaggebend betrachtet und den sonst in erster Linie als leitend betrachteten Molluskenresten den stratigraphischen Wert absprechen will. Ebenso wunderlich ist das Verfahren hinsichtlich des Gebel Haridi bei Sohag, von welchem Fourtau eine der besterhaltensten Echinidenfaunen, welche die Libysche Stufe enthält, bekannt gemacht hat [4]. Selbst wenn sich hier zwischen den zahlreichen für die Stufe charakteristischen Formen zwei mitteleocäne Typen eingestreut finden sollten, was würde dies beweisen? Denn, wie Boussac an anderer Stelle sagt [5], wieviele Arten kennt man nicht, die von den Sanden von Cuise in den Grobkalk heraufreichen?

Was nun die Molluskenfauna der Libyschen Stufe anlangt, so war ich seinerzeit [6] in der Lage, trotz ihrer im allgemeinen recht

[1] Boussac, a. a. O. p. 64.

[2] Monographie des Échinides contenus dans les couches nummulitiques de l'Egypte. Genève 1880. p. 85 und 117.

[3] Révision des Échinides fossiles de l'Égypte. Mémoires de l'Institut Égyptien. Le Caire 1899. p. 647.

[4] René Fourtau, Note sur les Échinides fossiles de l'Égypte. Le Caire 1900. p. 26 ff.

[5] a. a. O. p. 110.

[6] Zur Kenntnis alttertiärer Faunen in Ägypten. Palaeontographica. 30, 3. Stuttgart 1903—6. Vergl. u. a. p. 348.

ungünstigen Erhaltung eine Reihe von Typen aufzufinden, welche in dem oberen Niveau des Mokattam nicht mehr vorkommen und daher für die Libysche Stufe in hohem Maße charakteristisch sind. Diese Formen hat aber J. Dareste de la Chavanne[1] größtenteils in Algerien nachzuweisen vermocht; und hier finden sie sich in der Zone und in Vergesellschaftung des typischen *Nummulites planulatus*. Es wird jedem klar sein, daß Schichten mit *Nummulites planulatus* Lamk. nicht dem Lutétien angehören können, und dies zumal einem Autor, der wie Boussac von der Niveaubeständigkeit der einzelnen Nummulitenarten so überzeugt ist. Boussac scheint an anderer Stelle[2] das untereocäne Alter der algerischen Schichten mit *Nummulites planulatus* auch zuzugeben und damit sich hier auf demselben Standpunkte zu befinden, den auch Dareste de la Chavanne diesen Fragen gegenüber einnimmt. Er hält es nur nicht für erstaunlich, daß die Molluskenarten der Libyschen Stufe hier schon im älteren Niveau erscheinen. Man frägt sich dann, weshalb unter dieser Voraussetzung nicht auch die Arten des Mokattam in Algerien in diesem unteren Niveau auftreten, warum gerade und ausschließlich die Arten der Libyschen Stufe?

Aus allen diesen Erwägungen ist es für mich nicht zweifelhaft, daß die Theorie Boussac's, die Libysche Stufe Zittel's sei bereits Mitteleocän und entspräche dem Lutétien, als mit allen bisher ermittelten Tatsachen im Widerspruche unbedingt abzulehnen ist. Dagegen bin auch ich, und zwar in erster Linie aus paläontologischen Gesichtspunkten, der Ansicht, daß ein Beweis für die Theorien Zittel's von der lückenlosen Aufeinanderfolge von Kreide und Tertiär in Ägypten noch zu führen sei. Es sind bisher die Niveaus des Montien und Thanétien, mithin des Paleocän, an keiner Stelle durch charakteristische Fossilien belegt worden. Der Komplex, welcher in Algerien und Tunesien die Phosphate und mit ihnen die Wirbeltierfauna des *Dyrosaurus phosphaticus* Pomel sp. enthält, und welchen H. Douvillé[3] in das Landénien stellt, fehlt bisher in Ägypten. Das, was bisher durch Fossilien belegt ist, spricht für Gleichaltrigkeit mit der Stufe des *Nummulites planulatus* Lamk., für Londinien (= Yprésien = Cuisien). (Schluß folgt.)

---

[1] La région de Guelma. Étude spéciale des terrains tertiaires. Gouvernement général de l'Algérie. Bull. du service de la carte géologique de l'Algérie. II. série. 5. Alger 1910. p. 131 ff.

[2] a. a. O. p. 110. Vergl. auch J. Boussac, Études paléontologiques sur le Nummulitique alpin. Mém. pour servir à l'explication de la carte géologique de France. Paris 1911. p. 14.

[3] Roux et Henri Douvillé, „La Géologie des environs de Redeyef (Tunisie)." Bull. de la Soc. géol. de France. Quatrième série. **10**. 1910. p. 655—657.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ein neues Vorkommen von Kieseritkristallen.

Von **H. Grandinger** in Leipzig.

Mit 3 Textfiguren.

Durch Vermittlung von Prof. Dr. Rinne erhielt ich von Prof. Dr. H. Precht in Hannover und Bergwerksdirektor Gräfe in Hildesheim eine Anzahl klarer bezw. weißlicher Kieseritkristalle, die dem Kalisalzvorkommen Hildesia bei Hildesheim entstammen. Die Ergebnisse der goniometrischen Untersuchung des Materials seien im folgenden kurz dargelegt.

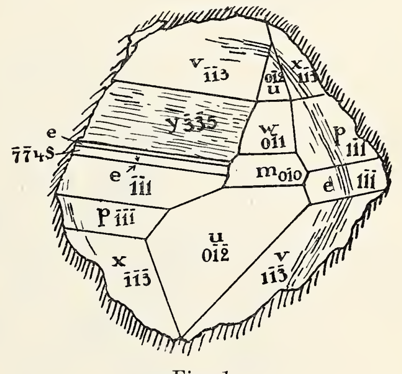


Fig. 1.

Die Hildesheimer Kristalle sind teils, wie es in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, ausgebildet, zumeist aber stark in Richtung der Kante [110] oder $[1\bar{1}0]$ gestreckt. Ihre Dimensionen betragen bei Fig. 1 in Richtung der c-Achse ca. 4 cm, bei Fig. 2 ca. 3 cm. An Flächen wurden von mir festgestellt (Fig. 3)[1]:

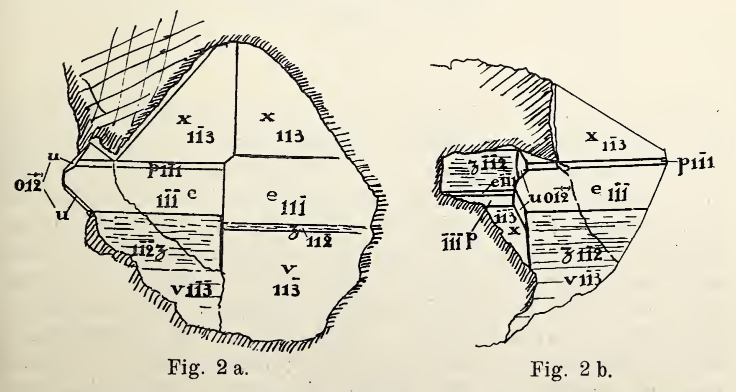


Fig. 2 a. Fig. 2 b.

p = $\{111\}$; x = $\{113\}$; e = $\{\bar{1}11\}$; v = $\{\bar{1}13\}$; y = $\{\bar{3}35\}$;
z = $\{\bar{1}12\}$; u = $\{012\}$; m = $\{010\}$; w = $\{011\}$; s = $\{\bar{7}74\}$.

[1] Die durch einfachen Kreis angedeuteten Flächen sind von anderen Autoren festgestellt.

Von diesen sind neu: w, m, z, s. Die von TSCHERMAK[1] gefundene Form {$\bar{2}$29}, ferner das auch von BÜCKING[2] festgestellte t = {101} treten an den Hildesheimer Kristallen nicht auf, ebensowenig die bei den von BÜCKING untersuchten Kristallen in den Hintergrund tretende Gestalt c = {001}.

e und v sind, wie bei den Hallstätter und Westeregelner Kristallen, glatt und liefern gute Signale. Weniger gut ausgebildet zeigen sich im allgemeinen die p- und x-Flächen; oft sind sie etwas schlierig. p, e und x sind stets vorhanden, v fast immer. In vielen Fällen tritt noch z hinzu. Diese Fläche, die immer

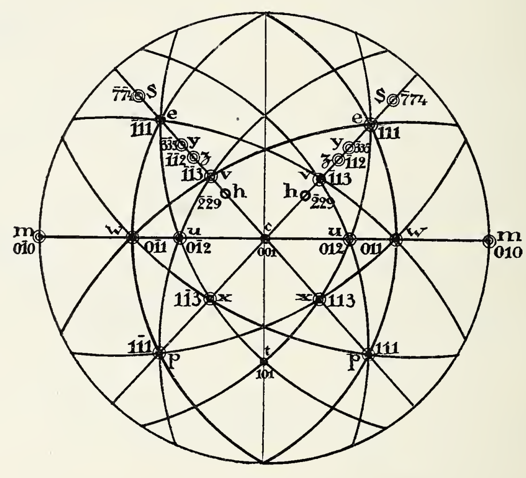


Fig. 3.

gewölbt und parallel den Kanten der Zone gestreift ist, daher also nur Handmessungen gestattet, verdrängt dann v oft ganz. Große Kristalle neigen überhaupt in der Zone der Kante [110] oder [1$\bar{1}$0] zur Bildung von Vizinalflächen, die dann fast immer gestreift sind. Nicht selten treten die Flächen u und w auf. Sie sind gut ausgebildet, u sehr glatt und spiegelnd, manchmal sehr groß und dann mit ganz feiner Strichelung parallel der Zonenachse, w weniger glatt und etwas gestreift in derselben Richtung. Hauptsächlich an gedrungeneren Kristallen (Fig. 1) zeigt sich das seitliche Pinakoid m; seine Oberfläche ist etwas drusig mit aufgewölbten Kanten. s (Fig. 1) trat nur einmal auf. Es bildete mit einer e-Fläche einen einspringenden Winkel. Die Oberfläche war uneben und gab nur

[1] Ber. d. Ak. Wien. **63**. (1.) 317. 1871.

[2] Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. Wiss. Berlin 1895.

einen undeutlichen Reflex. Der gemessene Winkel entsprach ziemlich gut der Gestalt {774}.

Auch an den Hildesheimer Kristallen finden sich die von TSCHERMAK erwähnten Zwillingslamellen in polysynthetischer Wiederholung. Die optische Untersuchung zeigt keine Symmetrie zu der Verwachsungsebene; sie ist an den Hildesheimer Kristallen um 9—10° steiler als p, was annähernd einer Fläche {221} oder {$2\bar{2}1$} entspricht. Die Zwillingsachse liegt, wie TSCHERMAK am Hallstätter Material auch fand, in p, und zwar hat sie nach meinem Dafürhalten die Richtung der Kante [110] oder [$1\bar{1}0$]. Die in Rede stehende Zwillingsbildung nach [110] im Zusammenhang mit der prismatischen Erstreckung der betreffenden Kristalle in Richtung der Zwillingsachse ist von allgemeinem Interesse: es zeigt sich auch hier (wie z. B. beim Periklingesetz) eine Korrelation zwischen Zwillingsbildung und bevorzugtem Wachstum.

Die von BÜCKING erwähnten lazulithähnlichen Zwillinge nach der Basis lagen vermutlich in 2 Exemplaren vor. Gewißheit hierüber zu erlangen, war ohne optische Untersuchung nicht möglich, von der zur Schonung des Materials abgesehen werden mußte.

Die folgenden Berechnungen basieren auf den von BÜCKING festgelegten Werten: a : b : c = 0,9046 : 1 : 1,7739 und $\beta = 88^0\, 52\frac{1}{2}'$.

		Berechnet	Gefunden [1]
e : e	$\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$	78° 10′	78° 10′
p : p	$111 : 1\bar{1}1$	77 16½	77 8½
x : x	$113 : 1\bar{1}3$	52 25½	52 9½
e : v	$\bar{1}11 : \bar{1}13$	28 16	28 20
p : x	111 : 113	27 32	27 29½
p : e	$111 : 11\bar{1}$	41 26	41 35
e : p	$\bar{1}11 : 111$	87 51	88 — [1]
u : v	$012 : \bar{1}13$	31 17½	31 7
u : p	012 : 111	46 32½	46 29
u : e	$012 : \bar{1}11$	47 37½	47 37
v : e	$\bar{1}13 : \bar{1}\bar{1}1$	71 29	71 17½
e : y	$\bar{1}11 : \bar{3}35$	11 23	11 30
u : w	012 : 011	19 1	18 49
u : m	012 : 010	29 25	29 30
e : z	$\bar{1}11 : \bar{1}12$	16 35	17 —
e : s	$111 : \bar{7}74$	8 46	8,5 —

Institut für Mineral. u. Petrogr. d. Universität Leipzig.

[1] Die Winkel ohne Minutenangabe sind Handmessungen.

Zu H. Leitmeier's Artikel: Zur Kenntnis der Carbonate. II.

Von **K. A. Redlich** in Prag.

Vor kurzem hat H. Leitmeier[1] in einer Studie „Zur Kenntnis der Carbonate" auch die Bildungsmöglichkeit der Magnesite kritisch beleuchtet. Ich will aus dieser Arbeit nur das Kapitel der kristallinen Magnesite herausgreifen, in welchem die metamorphe Natur derselben abermals bezweifelt wird und Entstehungsmöglichkeiten angenommen werden, die im Widerspruch zur Naturbeobachtung stehen.

Herr Leitmeier geht von meinen Typen der Magnesitlagerstätten, die im Jahre 1909 erschienen sind, aus, und übergeht die ganzen späteren Arbeiten der Jahre 1913[2] und 1914[3], obwohl sie ihm doch bekannt sein mußten, da er selbst bei dem Vortrag über diesen Gegenstand in der 6. Jahresversammlung der Deutschen mineralogischen Gesellschaft anwesend war. Im Jahre 1909 habe ich folgende Gleichungen für die Bildung der Magnesite der Veitsch aufgestellt:

$$CaCO_3 + MgCO_3 = CaMg(CO_3)_2,$$
$$CaMg(CO_3)_2 + MgCO_3 = 2\,MgCO_3\,CaCO_3.$$

Über diese Gleichungen sagt Leitmeier: „Jedenfalls könnte aber die Bildung des Magnesites durch Dolomit als Zwischenstufe etwas gezwungen erscheinen. Viel wahrscheinlicher könnte es vom Standpunkte des Chemikers scheinen, daß sich durch die Einwirkung irgend eines Magnesiumsalzes auf den leichter löslichen Calcit direkt der Magnesit gebildet hat. Durch das Eindringen einer Lösung von Magnesiumcarbonat auf das leichter lösliche Calciumcarbonat, also ein Salz mit einem gemeinschaftlichen Ion, ist die Löslichkeit für das an und für sich schwerer löslichere Magnesiumcarbonat verringert worden, es mußte sich dieses Carbonat auf Kosten des Calciumcarbonates ausscheiden; dieser Prozeß nun kann sich so lange wiederholen, bis kein Calciumcarbonat mehr vorhanden ist, ein Vorgang, der gerade in schwach zirkulierenden Wässern leicht denkbar wäre. Für eine solche Bildung spricht auch sehr der Umstand, daß sich im kristallisierten Magnesit, dem sogen. Pinolitmagnesit, stets ein sehr geringer Prozentsatz Calciumcarbonat beigemengt findet, der an Größe vollkommen der geringen Menge Magnesiumcarbonat entspricht, welche mit der Menge des Magnesiumcarbonates, die dem Calcit beigemengt sein kann, übereinstimmt. Man hat somit vom Calciumcarbonat zum Magnesiumcarbonat eine

---

[1] Hans Leitmeier, Zur Kenntnis der Carbonate. II. p. 1. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XL. p. 655.

[2] K. A. Redlich und O. Grosspietsch, Die Genesis der kristallinen Magnesite und Siderite. Zeitschr. f. prakt. Geol. **21**. Jahrg. 1913. Heft 2.

[3] K. A. Redlich, Die Bildung der Magnesite und sein natürliches Vorkommen. Fortschritte der Mineralogie etc. Über Auftrag der mineral. Gesellschaft. **4**. 1914. p. 10.

isomorphe Reihe mit sehr beschränkter Mischbarkeit, wie sie im Mineralreiche so häufig sind. Das Doppelsalz Dolomit konnte sich daneben bei einer ganz bestimmten Konzentration bilden, die ab und zu verwirklicht erscheint, „dann bildet sich die geringe Menge Dolomit“, die z. B. in der Magnesitlagerstätte des Sattlerkogels in der Veitsch in Steiermark stets zu beobachten ist“.

Nun habe ich bereits in meiner Arbeit 1913 und 1914 das gleiche gesagt, nachdem GROSSPIETSCH und ich auf Grund des analytischen Materiales die größere Wahrscheinlichkeit des Vorganges erkannt hatten, daß sich erst Magnesit, dann — vielleicht aber auch fast gleichzeitig — Dolomit nach den folgenden Gleichungen gebildet haben.

I. $CaCO_3 + MgH_2(CO_3)_2 = MgCO_3 + CaH_2(CO_3)_2$.

II. $CaH_2(CO_3)_2 + MgH_2(CO_3)_2 = CaMg(CO_3)_2 + 2H_2O\,2CO_2$.

Die mir seinerzeit nach dieser Richtung gesprächsweise gegebene Anregung LEITMEIER's habe ich vollinhaltlich in meine Arbeit des Jahres 1913 aufgenommen.

Wenn LEITMEIER zum Schluß des obenerwähnten Kapitels von den geringen Mengen Dolomit, die z. B. in der Magnesitlagerstätte des Sattlerkogels in der Veitsch zu beobachten sind, spricht, so ist dies eine große Vernachlässigung einer äußerst wichtigen Naturbeobachtung, die nicht nur für die Theorie, sondern auch für die Praxis einige Bedeutung hat, da in der Veitsch mindestens 50 % reiner Dolomit in der Gesamtheit der Lagerstätte auftritt.

Weiter sagt LEITMEIER: „Nimmt man eine marine Bildung des Magnesites, so kann man sich die Einwirkung des Magnesiumchlorides oder Magnesiumsulfates auf die vorgebildeten Calciumcarbonate denken. Auch bei diesen kann sich in der früher angegebenen Weise das Magnesiumcarbonat bilden. So kann durch Konzentrationswechsel an $MgCl_2$ und $CaCl_2$ einmal das eine, einmal das andere Carbonat entstehen, auch der Umstand findet darin seine Erklärung, daß sich so oft Mg-haltige Kalksteine bilden. Wenn nun gerade die Konzentration die entsprechende ist, so wird sich auch das Doppelsalz abscheiden, das ja als das energieärmste Mineral dieser Gruppe wiederum ein Bildungsbestreben hat. Daher findet man in den dolomitischen Gesteinen oft reine Dolomiteinlagerungen.“

Auch dieser Erklärungsversuch ist nicht neu, er wurde von mir und GÖRGEY[1] für den Typus Hall gegeben, für den er wohl am Platze ist, nicht aber für den Typus Veitsch. Das Fehlen jeglicher Sulfate (Gips und Anhydrit) in der Veitsch etc. spricht gegen die Bildung aus Magnesiumsulfat. Die primären Sulfide sind äußerst sporadisch, so daß sie gewiß nicht als Residua des

[1] R. GÖRGEY, Zur Kenntnis der Kalisalzlager von Wittelsheim. TSCHERM. Min. u. petr. Mitt. **31**. p. 389.

Magnesiumsulfates angesehen werden können, die Gangtrümmer im Magnesit mit Fahlerz etc. stehen aber mit der eigentlichen Bildung des Magnesitstockes nur in indirektem Zusammenhang.

Viel eher könnte man an Magnesiumchlorid denken. Warum ich diese auch aus dem Laboratorium bekannte Bildungsweise nicht gewählt habe, hat seinen Grund in dem Umstand, daß bei den metamorphen Lagerstätten des $MgCO_3$ und $FeCO_3$ Gangfüllungen eine große Rolle spielen, die wohl am ungezwungensten aus dem direkten Absatz des Magnesium- bezw. Eisenbicarbonats erklärt werden können. Ist nun die Gangausfüllung aus dem Bicarbonat entstanden, dann wird wohl auch die nachbarliche Umbildung diesem Prozeß ihre Entstehung verdanken.

Aus dem Folgenden klingt der Gedanke der Sedimentbildung durch, ähnlich der direkten Dolomitbildung im Meere. Dieser Annahme widersprechen alle von mir gemachten Beobachtungen an den Magnesitlagerstätten der Alpen. Die Umwandlung von Crinoidenstielgliedern, welche entweder in der kalkigen Urform oder als Dolomit und Magnesit in der Lagerstätte selbst auftreten etc. etc., stehen im direkten Widerspruch zu diesem Erklärungsversuch. Die Möglichkeit des Auftretens solcher Magnesittypen, wie sie Leitmeier annimmt, zwingt uns um so mehr, die einzelnen Typen auseinanderzuhalten und nicht sie zusammenzuwerfen.

Eine neuere Beobachtung, daß sogar Konglomerate der Werfener Schiefer der allmählichen Ersetzung durch magnesiahaltige Eisencarbonate [1] unterliegen, mag hier als Beweis für die spätere Metamorphose noch eingeschaltet werden. Die enormen Magnesialösungen, welche zur Bildung der Magnesitlagerstätten notwendig sind, dürfen uns nicht mehr in Erstaunen setzen, als die riesige Menge, welche zur Bildung der Gänge des Siegenerlandes etc. etc. notwendig waren. Auch die Lösungsverhältnisse, wie sie aus den Laboratoriumsversuchen hervorgehen, sind mir und Grosspietsch wohl bekannt gewesen, wie weit sie sich auf die geänderten Verhältnisse in der Natur anwenden lassen, ist derzeit noch nicht festzustellen.

Kurz wiederholt kann gesagt werden, daß die im Laboratorium bis jetzt gefundenen Synthesen, wie sie Leitmeier in seiner Arbeit rekapitulierend anführt, in keiner Weise mit der Naturbeobachtung übereinstimmen, daß für die von Leitmeier angegebenen Möglichkeiten schon lange von mir einzelne Typen gefunden wurden, bei dem Typus Veitsch aber die einzige Erklärungsmöglichkeit die Metamorphose im Verein mit Gängen ist. Die bis jetzt hypothetischen Schlußgleichungen werden wohl erst durch das Experiment unter Hinzuziehung der Naturbeobachtung zu finden sein, eine Arbeit, die, wie Leitmeier selbst sagt, noch nicht gelungen ist.

---

[1] K. A. Redlich, Der steirische Erzberg. Mitt. d. geol. Ges. in Wien. 9. 1916. Heft 1.

Über das Alter der Libyschen Stufe Zittel's
und eine neue *Stephanophyllia* (*St. Schweinfurthii* n. sp.) aus den Blättertonen des Danien in Ägypten.

Von **Paul Oppenheim.**

(Schluß.)

Es war vorher wiederholt von den Blättermergeln von Theben, dem „cinquième étage“ Delanoüe's die Rede. Ich habe im Jahre 1901 die Faunula dieser Schichten eingehend behandelt[1] und nachgewiesen, daß es sich in ihnen um Danien handle. Dieses Resultat ist also auf mich zurückzuführen, nicht auf Wanner, Quaas und Blanckenhorn, wie Boussac[2] schreibt. Es sind seither durch weitere Aufsammlungen — zumal von Schweinfurth's und Blanckenhorn's Seite — schon seit dem Jahre 1906 neue Materialien aus diesem Komplexe in meine Hände gelangt, welche, des Wiederholten inzwischen vorgenommen und immer wieder hinter dringenderen Arbeiten zurückgestellt, nunmehr endlich hier im folgenden ihre Behandlung finden sollen. Eine neue, recht interessante *Stephanophyllia* aus diesem Komplexe wird am Schlusse zu eingehenderer Darstellung gelangen[3]. Die Bemerkungen zu den einzelnen Arten gebe ich in der Reihenfolge meiner früheren Arbeit und setze als Fußnote den Hinweis auf diese. Eine Veränderung der von mir früher a. a. O. erlangten Resultate, denen zufolge die Fauna dieser Blättermergel eine spezifisch und ausschließlich cretacische ist, wird, wie ich vorausschicke, durch diese neuen Formen nicht herbeigeführt. —

Aturia praeziczac[4]. Es liegt eine weitere allerdings nahe verwandte Aturienart vor, welche sich durch größere Wölbung und geringere Tiefe des Laterallobus auch von gleichgroßen Individuen der *A. praeziczac* gut unterscheidet. Ich besitze von dieser Form, welche ich *A. thebensis* nenne, allerdings nur zwei kleine, aber sehr wohlerhaltene Exemplare, deren Mündung 7 mm breit und nur 4 mm hoch ist, während ich bei gleichgroßen Stücken der häufigen Form nur 5 : 4 mm messe. Die großen Stücke meiner Sammlung gehören alle der hochmündigen Art an.

---

[1] Über die Fossilien der Blättermergel von Theben. Sitzungsber. der Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch. Math.-phys. Kl. **32**. 1902. München 1903. p. 435 ff.

[2] a. a. O. p. 64. — Vergl. auch meine kurze Entgegnung a. a. O. p. 107 ff.

[3] Die Abbildung dieser interessanten Form wird aus technischen, mit den Kriegsverhältnissen im Zusammenhange stehenden Gründen im Neuen Jahrbuche f. Min. etc. erfolgen.

[4] a. a. O. p. 436. T. VII Fig. 1—3.

Neaera aegyptiaca Opph.[1]. Neben mehreren Steinkernen besitze ich neuerdings ein relativ gut erhaltenes Schalenexemplar. Die Oberfläche trägt erhabene, sehr gedrängte, ziemlich gleiche Anwachskämme, die auf dem kurzen Flügel mehr auseinanderrücken. Radialskulptur ist sicher nicht vorhanden.

Scalaria desertorum Wanner[2]. Die mir in vier, größtenteils beschalten Stücken vorliegende Type ist neu für die Blättertone von Theben. Ein Exemplar erreicht die verhältnismäßig bedeutende Höhe von 25 mm. Die Spiralrippen sind gelegentlich sehr deutlich. Die Längsskulptur scheint bei dem größten Exemplar stärker entwickelt und ihre einzelnen Elemente gedrängter zu stehen, was aber augenscheinlich nur eine Folge des Absatzes sekundären Brauneisensteins ist. Soweit an dem einen Stücke erkennbar, scheint Diskus und Wulst zu fehlen. Das letztere Moment scheint auch Wanner beobachtet zu haben, da er von einem einfachen inneren Mundsaum spricht. Dagegen schreibt er, daß die Basis längs eines spiralen Kieles von der Oberfläche absetze, was, wenn es sich bewahrheitete, für die Anwesenheit eines Diskus sprechen würde. Ich kann diesen Kiel an meinem Exemplare nicht mit Deutlichkeit erkennen.

Cossmann rechnet[3] unsere Form mit Wahrscheinlichkeit zu der Gattung *Acrilla* H. u. A. Adams, mit deren eocänen Typen, der *Scalaria reticulata* Sol.[4] und *S. gallica* de Boury[5], sie allerdings habituell manche Ähnlichkeit besitzt. Sollte sich das Fehlen von Diskus und Wulst bestätigen, so wäre sie nur an die Seite der bisher allerdings ausschließlich rezenten Sektion *Limiscala* de Boury[6] zu stellen, die andererseits aber in ihrer mehr untersetzten Gestalt durchaus abweicht.

Alaria sp.[7]. Zahlreiche Steinkerne, durchaus den Angaben bei Quaas entsprechend. Ein neues Bindeglied zwischen der Fauna der Blättertone von Theben und derjenigen der Libyschen Wüste.

Marginella (Stazzania) cretacea n. sp. Schale klein, sehr gedrungen, mit ebenem Embryonalende, vorn deutlich zugespitzt, mit sehr ausgesprochenem, schief nach der Seite gedrehtem vorderen Kanale; vier sehr konvexe, von linearen Nähten

---

[1] a. a. O. p. 441. T. VII Fig. 6—6 a.

[2] Vergl. J. Wanner, „Die Fauna der obersten weißen Kreide der Libyschen Wüste". Palaeontographica. 30, 2 1902. p. 91 ff. Vergl. p. 126. T. XVIII Fig. 16, und A. Quaas, „Die Fauna der *Overwegi*-Schichten und der Blättertone in der Libyschen Wüste". Palaeontographica. 30, II. p. 153 ff. Vergl. p. 243. T. XXXII Fig. 29.

[3] „Essais de Paléoconchologie comparée." 9. 1912. p. 58.

[4] Cossmann, a. a. O. T. III Fig. 7.

[5] Cossmann, ebendort. T. III Fig. 12—13.

[6] Cossmann, a. a. O. T. IV Fig. 33—36.

[7] Quaas, a. a. O. p. 265. T. XXXIII Fig. 38—40.

getrennte Windungen, die doppelt so breit als hoch sind und deren letzte, nach außen stark hervorragende, ebenfalls über das Doppelte der Spira mißt. Außenrand sehr verdickt und umgeschlagen; Mündung schmal und niedrig, vorderer Kanal schief abgestutzt, hinten ganzrandig; Columella mit den Spuren einiger Falten, die möglicherweise sich außen auf dem Spindelbleche teilen; vielleicht auch ein Zahn am Außenrande. Höhe $8\frac{1}{2}$, Breite 4 mm.

Es ist dies bisher einer der ältesten[1] Vertreter der Gattung. Nur Pervinquière[2] hat bisher aus etwa gleichaltrigen Bildungen vom Garat Temblili bei Ghadames in Südtunesien eine weitere *Marginella (Gibberula) aramantica* beschrieben, die in die Nähe der *M. ovulata* Lk. des Pariser Beckens, also in eine gänzlich verschiedene Sektion gehört und als Art jedenfalls durchaus abweicht.

Pecten (Parvamussium) sp. Der Steinkern eines kleinen, glatten *Pecten* mit annähernd gleichen, gewölbten Klappen und beiderseits sieben Rippen. Höhe nur 7, Breite 9 mm. Am nächsten steht der untereocäne *P. squamula* Lamk., für welchen Cossmann[3] aber 8—9 innere Rippen angibt. Sacco[4] nennt diese letztere Art auch aus der Kreide und verwechselt sie hier augenscheinlich mit *Pecten inversus* Nilsson[5], der aber 15—16 innere Rippen besitzt und sich durch dieses Merkmal, wie schon Nilsson[5] richtig betont, von dem eocänen *Pecten squamula* Lk. unterscheidet. Die Unterschiede zwischen diesen verwandten Formen finden sich auch bei Wood[6] wie bei mir selbst[7] eingehender behandelt. In den Arbeiten von Wanner und Quaas findet sich keine derartige Form aufgeführt. Auch E. Philippi hat die ganze Gruppe in seiner ausgezeichneten Stammesgeschichte der Pectiniden nicht behandelt[8].

Pleurotoma libyca Quaas[9]. Drei Exemplare, von denen zwei mit Sicherheit hierher gehören, das dritte, kleinste und

---

[1] Vergl. M. Cossmann, „Paléoconchologie comparée". III. 1899. p. 79 u. 88.

[2] Vergl. „Études de Paléontologie tunésienne". II. Paris (Régence de Tunis, Direction générale des Traveaux publics) 1912. p. 82. T. V Fig. 8—9.

[3] Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'éocène des environs de Paris. II. p. 188.

[4] I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. **24.** 1897. p. 49.

[5] Petrificata Suecana. Londini Gothorum 1827. p. 24. T. IX Fig. 18.

[6] A monograph of the eocene mollusca etc. of England. London, Palaeontographical society, 1861. p. 44—45.

[7] Über einige alttertiäre Faunen der österreichisch-ungarischen Monarchie. Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients. **13.** 1901. p. 231 (87).

[8] Vergl. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1900. p. 64 ff.

[9] a. a. O. p. 294. T. XXVII Fig. 17, T. XXXIII Fig. 22.

jüngste zugleich, zeigt breitere Knoten an der Naht und auf dem Kiele und ist daher nur mit Vorbehalt hierherzustellen.

Ich halte es für fraglich, ob Formen mit einem so zurücktretenden Sinus wie die vorliegende, und die zugleich geologisch so alt sind, zu der mehr modernen Sektion *Surcula* H. u. A. Adams zu ziehen sind. Aus dem Paleocän von Kopenhagen beschrieb von Koenen Typen, welche in diesem Punkte gleichen, so besonders *Pl. inconspicua* v. Koenen [1].

Palaeopsammia Zitteli Wanner [2]. Mir liegen auch jetzt nur Gestalten vor, wie sie Wanner [3] abbildet, d. h. kleine, breite, niedergedrückte, schüsselförmige Gestalten, bei denen übrigens die Epithek gänzlich fehlt. Diese sehr wohl erhaltenen Individuen, von denen ich elf augenblicklich vor mir habe, entsprechen durchaus meiner früheren Figur 18; mehr kreiselförmige Typen, wie das damals auf Fig. 17 gezeichnete, haben die neueren Aufsammlungen nur in geringerem Maße und schlechterer Erhaltung ergeben. Dies vorausgeschickt, bemerke ich ferner, daß ich von einer randlichen Zerteilung der Septen, wie sie Wanner a. a. O. behauptet und auf Fig. 4 a. a. O. zu zeichnen unternimmt, bei meinen Stücken nichts wahrnehme. Die Septen sind hier am Rande unregelmäßig durchlöchert und mehr trabekulär. Man kann hier vielleicht bei undeutlichen Bildern auf eine Zerteilung schließen. Diese ist aber schon deshalb ausgeschlossen, weil das Septum in seiner verhältnismäßig sehr großen Breite — und zwar in der ganzen Ausdehnung — in die Rippe übergeht. Ich halte daher die ohnehin etwas unnatürliche Zeichnung, welche die Beschreibung Wanner's begleitet (a. a. O. Fig. 4) in diesem Punkte für verfehlt, und werde in dieser Annahme noch dadurch bestärkt, daß Fig. 10 auf T. XXXI bei Quaas, welche jedenfalls generisch Gleiches darstellen soll, nichts von dieser randlichen Septalteilung erkennen läßt. Allerdings sind diese von Quaas gezeichneten Formen auch sonst sehr abweichend gebaut. Sie wechseln ungemein in der Gestalt und lassen — auf der Abbildung wenigstens — nichts von dem trabekulären Charakter der Septocostalien erkennen. Man würde daher unter Umständen geneigt sein, sie bei ganz anderen Formen unterzubringen, wenn nicht der Verfasser ausdrücklich — allerdings nur an einer Stelle auf p. 161 — von der „netzförmig unregelmäßigen Anordnung der Wandbälkchen“ sprechen würde. Ich glaube aber trotzdem annehmen zu dürfen, daß hier mehrere Formen miteinander vermengt wurden. Der Verfasser spricht selbst von 600 Individuen, die ihm ausschließlich aus dem Blättertone

---

[1] Über eine paleocäne Fauna von Kopenhagen. Abhandl. d. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1885. p. 33. T. II Fig. 4.

[2] Vergl. meinen Aufsatz, a. a. O. p. 448. T. VII Fig. 17—18a.

[3] a. a. O. T. XV Fig. 3—4.

zur Verfügung standen, und ich weiß aus eigener Erfahrung, daß es nicht leicht ist, hier die Formen auseinanderzuhalten, und dies selbst für ein an Korallen geübtes Auge. Unter den mir jetzt zur Verfügung stehenden Formen, wie auch unter den früheren (vergl. a. a. O.) habe ich selbst nicht die Vielgestaltheit beobachten können, von der WANNER und QUAAS sprechen. Aus den bei der ersten flüchtigeren Sortierung zu unserer Art gelegten Materialien hat sich später, auch auf Grund der Septalstruktur, alles aussondern lassen, was nicht die niedrige, schüsselförmige Gestalt der Type besaß. Es bleibt nur die von mir selbst auf Fig. 17 dargestellte Type übrig, und bei dieser hege ich jetzt selbst Zweifel, daß sie nicht hierher gehört, sondern vielleicht mit dem von QUAAS in Fig. 10 abgebildeten Stücke, falls dieses wirklich zu *Palaeopsammia* gehört, eine Form für sich bildet. Ob diese Art dann mit der im wesentlichen weit schmäleren *P. multiformis* WANNER spezifisch übereinstimmt, wäre eine weitere, noch offene Frage. An und für sich finde ich diese Type durchaus nicht so „multiform", wie WANNER angibt, sondern die Verschiedenheit in der Ausbildung der einzelnen Individuen in einem gut abgeschlossenen Bauplane bedingt. Es scheint sich hier, trotz gelegentlicher Verzerrungen, im wesentlichen auf steil nach aufwärts wachsende, schmale Individuen zu handeln.

Ich bin auf diese Verhältnisse näher eingegangen, nicht nur, weil mir selbst die Abgrenzung dieser Formen manche Schwierigkeit bereitet hat, sondern auch, weil HUME[1] der Möglichkeit Raum gibt, daß sich *P. multiformis* und *Zitteli*, sei es faziell, sei es stratigraphisch, gegenseitig ausschließen könnten. Dagegen würde allerdings sprechen, daß beide Arten von WANNER[2] aus der „Wüste zwischen den Oasen Farafrah und Dachl" angegeben werden.

Pattalophyllia aegyptiaca WANNER sp.[3]. Das neue, sehr große Material, welches mir nunmehr von dieser in dem Blätterton von Theben häufigsten Koralle vorliegt, beweist vor allem, daß diese Form regelmäßig eine dichte, dicke Epithek besitzt, welche sich als fortlaufende, die Rippen verhüllende Decke bis an den Sternrand verfolgen läßt. Sie ist gedrängt warzig gekörnelt, und die Rippen treten mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit unter ihr hervor. Gelegentlich ist dieses Moment so stark, daß man nur unregelmäßige, mehr reihig gekörnelte Rippen vor sich zu haben glaubt, und es gehört der Vergleich einer großen Reihe von Stücken dazu, um hier zur Klarheit zu gelangen. Die Gestalt der Type ist im übrigen sehr wechselnd,

---

[1] a. a. O. p. 127.

[2] a. a. O. p. 105.

[3] a. a. O. p. 99. T. XIV Fig. 1. — QUAAS, a. a. O. p. 111—159. — Mein früherer Aufsatz p. 449. T. VII Fig. 10—10b.

meist ist sie niedrig kreiselförmig; doch gibt es auch mehr scheibenförmige Individuen, welche dann *Brachycyathus daniensis* WANNER[1] hin vermitteln.

Was die generische Stellung der häufigen Form anlangt, so waren mir selbst nach meiner früheren Publikation Zweifel gekommen, ob sie nicht doch bei den Turbinoliden einzureihen sei, zu welchen sie habituell so gut hinpaßt. Ich glaube mich aber von neuem überzeugt zu haben, daß der freie Rand ihrer Septen in grobe Körner zerschnitten ist; demnach muß es also bei meiner früheren Bestimmung sein Bewenden haben.

Pattalophyllia epicharis WANNER sp.[2]. Mehrere Stücke, an der gleichmäßig halbkugeligen Gestalt und der starken Körnelung der Rippen gut zu unterscheiden. Die Form steht der vorhergehenden so nahe, daß ich früher in ihr[3] nur ein Jugendstadium von dieser vermutet habe. Sie scheint sich aber doch durch das Fehlen der Epithek und durch die stärkere Körnelung der Rippe unterscheiden zu lassen.

Notidanus microdon AG.[4]. Die artliche Bestimmung rührt von Herrn Prof. Dr. EDWIN HENNIG her. Die Form ist leitend für die obere Kreide, in welcher sie sich in England, Sachsen und Böhmen findet. Aus Ägypten wurde sie bisher weder von WANNER noch von QUAAS angegeben; aus dem Alttertiär sind zu verwechselnde Formen nicht bekannt.

Stephanophyllia Schweinfurthi n. sp.

? = *St. discoidea* M. EDW. u. H. D'ARCHIAC, Constitution géologique des environs de Thèbes. a. a. O. p. 707 u. 714.

Fundort: Schech abd el Durna und Chor el Asab bei Theben (Ober-Ägypten).

Polypar verhältnismäßig klein, schüsselförmig, unten mäßig gewölbt, oben flach. Die Basis zeigt keine Spur einer Anheftung. Sie trägt etwa 5 Zyklen von Rippen, von denen die ersten 12 zum Mittelpunkt gelangen. Der dritte und vierte Zyklus verbinden sich schon nahe dem Zentrum mit dem Hauptseptum. Der fünfte ist mehr auf die Peripherie beschränkt. Zwischen den Rippen verlaufen bogenförmig gedrängte Synaptikel, welche die Gestalt eines „accent circonflexe" besitzen, dessen Scheitel der Mitte zugewandt ist. Sie schließen deutliche Wandporen zwischen sich ein. Die

---

[1] a. a. O. p. 98. T. XIII Fig. 10.

[2] a. a. O. p. 99. T. XIV Fig. 5—7. — QUAAS, a. a. O. p. 158.

[3] a. a. O. p. 450.

[4] DIXON, Geology of Sussex. London 1850. T. 30 fig. 30. — ARTHUR SMITH WOODWARD, On the Genus *Notidanus*. Geolog. Magazine. (III) 3. p. 213. T. VI fig. 10—15, und derselbe: Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum (Nat. Hist.) I. London 1889. p. 160.

Mitte der etwas unregelmäßigen, seitlich stark konvex ansteigenden Oberseite wird von einer sehr deutlich ausgesprochenen, oblongen, stark in die Quere ausgezogenen Kelchgrube eingenommen. Die Septen springen nicht über den Rand hervor; sie sind auffallend kräftig und ziemlich gleich stark entwickelt. Ihr freier Rand ist in einzelne grobe Körner zerschnitten. Die seitlichen Verbindungen sind zumal gegen die Peripherie hin deutlich. 24, also drei Zyklen, gelangen bis zur Mundspalte. Die letztere ist bei jugendlichen Individuen schwächer ausgebildet, auch ist hier die Oberseite konvexer. Das nach Analogie mit den übrigen Arten des Geschlechtes sehr wahrscheinliche Vorhandensein der Achse läßt sich an den vorhandenen Materialien nicht mit Sicherheit feststellen. Die Breite ist im Durchschnitt 10 mm bei 3—4 mm Höhe. Ein Exemplar erreicht sogar den Durchmesser von 15 mm.

Milne Edwards und Haime haben[1] unter den Stephanophyllien zwei Gruppen unterschieden. Die einen, die eigentlichen Stephanophyllien, sollen eine deutlich ausgesprochene Kelchgrube besitzen, dazu eine Columella und eckige und zerrissene Septen; sie seien Fossilien des Tertiärs. Die anderen, welche sie linsenförmige Stephanophyllien, Stéphanophyllies lentilles, nennen, und für welche d'Orbigny das Geschlecht Discopsammia[2] aufgestellt hat, hätten eine oberflächliche oder gar keine Kelchgrube, die Columella sei ganz rudimentär, die Septen abgerundet und mit fein gezähneltem Rande versehen; diese seien Fossilien der Kreide. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Autoren hier ihre Gliederung nicht ganz streng und durchgreifend innegehalten haben, indem ihre Discopsammien oder Stéphanophyllies lentilles eine Art unter sich bergen, die *St. radiata* Goldf.[3] aus dem Untersenon von Aachen, welche eine große Kelchgrube und eine wohlentwickelte Columella besitzen soll. Immerhin sind im großen und ganzen beide Gruppen voneinander zu trennen. Es ist einleuchtend, daß die Art von Theben sich im großen und ganzen mehr der zweiten Gruppe, den Discopsammien, anschließt, und sie würde, da ihre Septen denen dieser Untergruppe gut entsprechen, und sie andererseits eine Kelchgrube, wie die typischen Stephanophyllien, besitzt, sich am passendsten in die Nähe der *St. radiata* Goldf. aus dem Untersenon von Aachen stellen, während sie hinsichtlich der Synaptikel auf der Unterseite wieder Beziehungen zu der *St. clathrata* Hagenow aus der oberen Kreide von Rügen darbieten würde; diese letztere, für welche man am ersten an eine Identität zu denken versucht sein könnte, unterscheidet sich indessen schon durch das gänzliche

[1] Histoire naturelle des Coralliaires. III. p. 109.

[2] a. a. O. p. 111. Vergl. auch d'Orbigny, Note sur les polypiers fossiles. 1849. p. 10.

[3] a. a. O. p. 111—112. — Goldfuss, Petr. Germ. I. p. 47. T. XIV Fig. 1.

Fehlen der Mundspalte; Hagenow[1] gibt selbst an: „eine Querfurche ist kaum bemerkbar". Diese beiden Kreidearten scheinen übrigens sehr selten und im allgemeinen noch recht ungenügend bekannt zu sein. Die letztere, die Art von Rügen, wird von Deecke[2] in seinem Verzeichnis der Kreideversteinerungen des dortigen Senon nicht einmal mehr zitiert.

Es geht immerhin das eine aus den obigen Ausführungen hervor, daß diese *Stephanophyllia*, welche man gar zu leicht geneigt sein könnte, als ein tertiäres Element in der Fauna der Blättermergel von Theben aufzufassen, dieses keineswegs ist, sondern ihrerseits einer Reihe angehört, welche in der unteren Kreide von Dover (Gault) einsetzt und dann weiter im Senon vertreten ist. Die Form bildet also geradezu ein ausgesprochenes Kreideelement in unserer Fauna. Es verdient dies um so mehr hervorgehoben zu werden, als d'Archiac[3] sie restlos mit der *St. discoidea* oder besser *discoides* Milne Edwards und Haime[4] aus dem Londontone vereinigt und in ihr geradezu ein Bindeglied sieht, welches die Mergel an den Ufern des Nils mit den Tonen im Becken der Themse vereinigt. Die starken Unterschiede in der Gestalt wie im Verhalten der Septen und der Kelchgrube[5] dürften durch den Vergleich der hier gegebenen Beschreibung und Figuren mit dem, was Edwards und Haime über die englische Art mitteilen, deutlich hervortreten. Wenn ich selbst in meinem früheren Aufsatze[6] diese *Stephanophyllia discoidea* bei d'Archiac als Synonym zu *Palaeopsammia Zitteli* Wanner gestellt habe, so ist dies ein Irrtum, der hiermit verbessert wird, der aber wiederum beweist, daß man ohne Autopsie der Originale nicht vorsichtig genug in der Aufstellung der Synonymie-Register sein kann.

---

[1] Dies. Jahrb. 1840. p. 648. T. IX Fig. 3 a—c.

[2] Die mesozoischen Formationen der Provinz Pommern. Mitteilungen des naturwissenschaftl. Vereins von Neu-Vorpommern und Rügen. 26. Jahrg. Greifswald 1894. p. 70—71.

[3] In J. Delanoüe: Note sur la constitution géologique des environs de Thèbes. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. **67.** Séance du 5 octobre 1868. p. 714.

[4] Vergl. British fossil Corals. London (Palaeontograph. Society) 1850. p. 34. T. VI Fig. 3—3 b.

[5] Die französischen Autoren beschreiben diese a. a. O. als „a small, narrow fossula in the centre", während sie bei der ägyptischen Form groß und schief in die Quere ausgezogen ist.

[6] Fossilien der Blättermergel von Theben. Sitzungsber. der Königl. Bayr. Akademie der Wissensch. Mathem.-physikal. Klasse. **32.** München 1903. p. 448.

Über die Variation der Blattform von Ginkgo biloba L. und ihre Bedeutung für die Paläobotanik.

Von Dr. **R. Kräusel**, Breslau.

Mit 14 Textfiguren.

Als Zeuge längst vergangener Zeiten und seltsames Relikt steht der ostasiatische Tempelbaum, *Ginkgo biloba* L., einsam und ohne nähere Verwandte in der heutigen Flora. Es kann uns daher nicht überraschen, daß wir in den verschiedensten Schichten ihm nahestehende Pflanzenreste gefunden haben. In den meisten Fällen handelt es sich hierbei um Blattabdrücke, deren charakteristischer Nervenverlauf eine sichere Deutung ermöglicht. Nur einige Farne zeigen ähnliches (vergl. Seward-Gowan, The Maidenhair Tree. Ann. of Bot. **14.** 1900). Ist dadurch die Existenz *Ginkgo*-ähnlicher Bäume in früheren Perioden ohne Zweifel erwiesen, so fragt es sich doch, ob die zahlreichen fossilen „Arten" von *Ginkgo* und verwandten Gattungen wie *Beiera*, *Saportae*, *Ginkgophyllum*, *Ginkgodium*, zu Recht aufgestellt worden sind. Mit dieser Frage beschäftigt sich eingehend Seward (Jurassic Flora. I. Brit. Mus. Catal. 1904. p. 250), der darauf hinweist, daß der lebende Baum in seiner Blattform sehr stark variiert. Viele der fossilen „Arten" finden ein Analogon in gewissen an den Blättern von *G. biloba* L. beobachteten Formen, weshalb Seward ihren spezifischen Wert anzweifelt. Insbesondere zieht er *G. digitata* (Brgt.) Heer, wozu ganzrandige oder wenig gelappte Blätter gestellt werden, und *G. Huttoni* Sternb. zusammen und zeigt, daß auch die Abgrenzung von *Ginkgo* und *Baiera* nach der Blattform willkürlich zu sein scheint. Im Bau der Fruktifikationsorgane sind beide Gruppen nur wenig verschieden (vergl. Berry, The Geological History of Gymnosperms. Plant world. **19**, 2. p. 37. 1916).

Leider geht Seward auf die Blattform des lebenden Vertreters der Gruppe nicht näher ein, sondern begnügt sich mit einem Hinweis auf die häufig beobachteten Abweichungserscheinungen. Dies ist wohl auch der Grund, weshalb seine Ansicht bei den meisten Paläontologen keinen Anklang gefunden hat. So wendet sich Salfeld in einer neueren Arbeit gegen sie (Salfeld, Fossile Landpfl. d. Rät u. Juraformation SW.-Deutschlands. Palaeontographica. **54**, 4. 1907. p. 107). Er leugnet zwar das Auftreten abweichend geformter, gelappter Blätter bei *G. biloba* nicht, meint aber, Seward habe diese Variationen „sehr überschätzt". Zudem spricht er ihnen, weil nur als Krankheitserscheinung an kultivierten Exemplaren auftretend, jeden systematischen Wert ab. Er scheint der Ansicht zu sein, daß abweichend gebaute, tiefgelappte Formen nur sehr selten und dann als anormale Erscheinung zu beobachten seien. Das ist nicht richtig. Den gleichen Irrtum scheint auch Johnson zu begehen (*Ginkgophyllum kiltorkense*, Scient. Proceed. Roy. Dublin

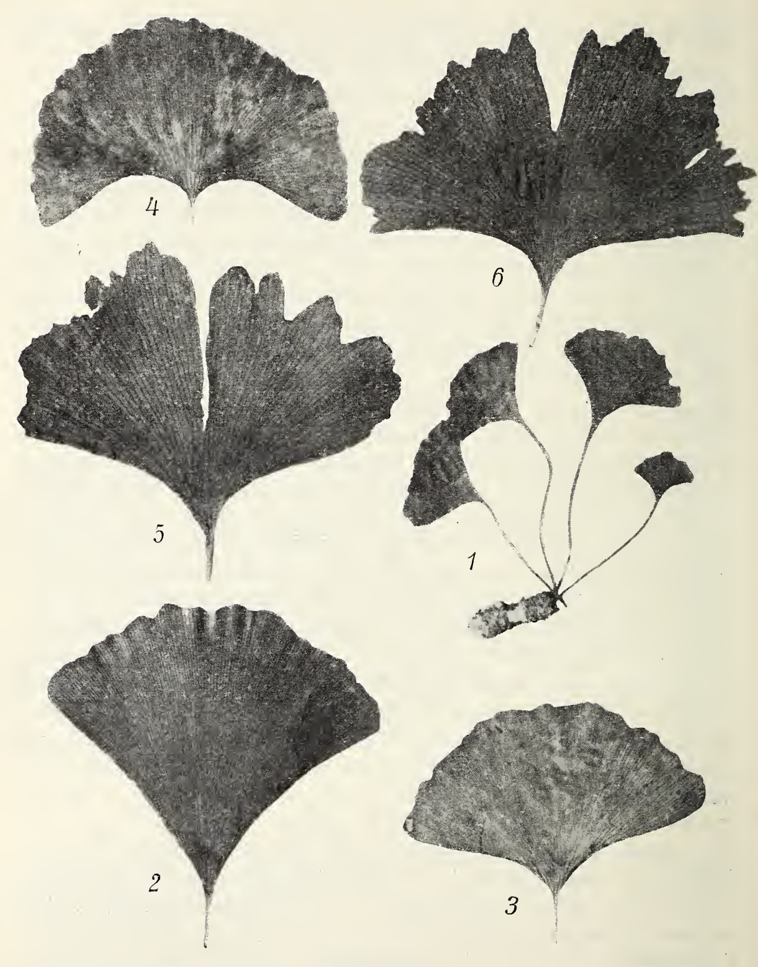


Fig. 1—6. Dr. Kräusel phot.

Erklärung der Abbildungen.

Das Material stammt teils aus dem Herbarium des Breslauer Botanischen Gartens, teils aus HESSE's Baumschulen, Weener.

Fig. 1—4. Ganzrandige Blätter;
1 von Genua, 2 von Flushing, Long Island, 3 u. 4 von Tschekiang, Hangtschou, China.
„ 5 u. 6. Blätter von mehrjährigen Trieben, Weener.
„ 7—9, 11—13. Blätter von einjährigen Trieben, Weener.
„ 10. Gelapptes Blatt eines mehrjährigen Zweiges, Bot. Garten, Breslau.
„ 14. Derselbe, Normalform des Blattes.

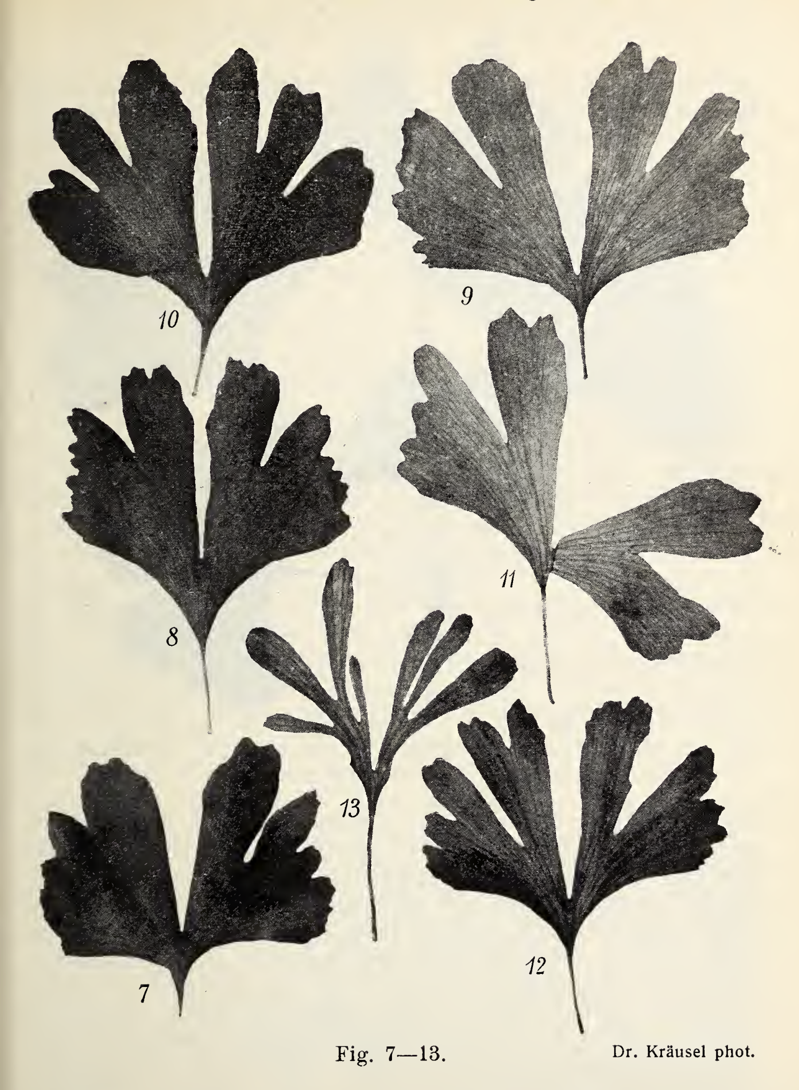


Fig. 7—13. Dr. Kräusel phot.

Soc. **14.** Dublin 1914). Um die Ähnlichkeit seines *Ginkgophyllum kiltorkense,* eines devonischen, im übrigen sehr zweifelhaften Restes, mit den Blättern von *Ginkgo biloba* zu erweisen, bildet er Taf. XI Fig. 1 ein künstlich durch Einschnitte „gelappt" gemachtes Blatt ab. Die Wiedergabe eines Blattes, wie sie hier Fig. 12 oder 13 gibt, hätte dem gleichen Zwecke doch besser entsprochen. Solche Formen treten an vielen Bäumen oft ganz unvermittelt auf, wobei



Fig. 14. Dr. Kräusel phot.

von irgendeiner „krankhaften" Ursache keine Spur nachzuweisen ist. SALFELD's Frage, wie man denn den Begriff einer anormalen Blattform in die Paläobotanik einführen solle, macht daher eine Antwort in diesem Falle gar nicht notwendig. Daß Änderungen des Bodens und Klimas auch Veränderungen im Blattbau nach sich ziehen können, ist einleuchtend. Hieraus aber, und weil es sich um kultivierte Varietäten handelt, auf die systematische Wertlosigkeit der genannten Abweichungen schließen zu wollen, scheint mir verfehlt. Einem Wechsel der Lebensbedingungen sind auch wildwachsende Pflanzen in gleichem Grade ausgesetzt, und gerade experimentell hervorgerufene Variationen gelten heute in der Biologie als wichtige Fingerzeige für Systematik und Abstammung.

Bei *G. biloba* L. sind abweichende Blattformen sehr häufig. So entwickelte ein Zweig eines älteren Baumes im Breslauer Botanischen Garten in diesem Jahre plötzlich Blätter, wie sie Fig. 10 zeigt, die ganz *G. Huttoni* STERNB. oder *G. pluripartida* SCHIMP. entsprechen. FANKHAUSER (Entwicklung des Stengels und Blattes von *G. biloba*. Bern 1882) bildet in Fig. 4 ein ähnliches

Blatt ab. Der gärtnerischen Kultur ist es gelungen, diese Formen rein zu züchten, die unter verschiedenen Namen beschrieben worden sind (*Salisburia macrophylla* Reynier, *S. adiantifolia laciniata* Carr. Conif. 1. Aufl. p. 504, *S. a. macrophylla* Gordon, Pinet. 299, *S. a. m. incisa* Hort., *S. a. dissecta* Hort.; vergl. Beissner, Handbuch der Nadelholzkunde. 2. Aufl. 1909. p. 39) und sich heute als *G. biloba laciniata* Hort. im Handel befinden. Herr Kommerzienrat Hesse, der Inhaber der rühmlichst bekannten Baumschulen in Weener (Hannover), dem ich für Überlassung reichen Materials zu Dank verpflichtet bin, teilt mit, daß „tiefgeschlitzte Blätter an jungen Sämlingen und einjährigen Pflanzen sehr häufig sind, während bei den Blättern mehrjähriger Zweige oft auch der mittlere Einschnitt ganz vernarbt". Daß solche abweichende Formen auch an ostasiatischen Bäumen auftreten, lehrt die Durchsicht eines jeden größeren Herbarmaterials. Alle Übergänge von völlig ganzrandigen Formen, wie sie in Fig. 1—4 in wechselnder Ausbildung dargestellt sind, über die Normalform (Fig. 14, vergl. auch Beissner, a. a. O. p. 38. Fig. 2) bis zu ganz zerschlitzten Blättern (Fig. 11—13) lassen sich nachweisen. Das Blatt (Fig. 2) stimmt völlig mit *G. antarctica* Saporta (etwa in Shirley, Additions to the Foss. Fl. of Queensland. Geol. Surv. Queensland. Bull. **7.** 1898. Taf. I Fig. 1), Fig. 7—11 mit den als *G. Huttoni* Sternb. beschriebenen Abdrücken überein, wie sie Seward abbildet (a. a. O. Taf. IX Fig. 2 u. 10). Die in Fig. 12 und 13 wiedergegebenen Blätter aber müßten, wenn sie als Fossile vorlägen, gar zu *Baiera* gestellt werden. Man vergleiche sie nur mit *B. Phillipsi* Nath. (Seward, a. a. O. Taf. IX Fig. 4 und Textfig. 47)!

Es kann daher kein Zweifel herrschen, daß mehrere oder auf Blattreste hin aufgestellten Arten *Ginkgo*-ähnlicher Pflanzen ihr Analogon innerhalb des rezenten *G. biloba* finden. Welche Folgerung hieraus zu ziehen ist, hängt allerdings von dem prinzipiellen Standpunkt ab, den man bezüglich der paläobotanischen Artbegrenzung überhaupt einnimmt. Heute wird der Artbegriff von den meisten Paläobotanikern äußerst eng gefaßt. Die geringste Abweichung genügt zur Aufstellung neuer „Arten", wobei auf die Variationsmöglichkeiten der rezenten Pflanzen wenig oder gar keine Rücksicht genommen wird. Die Folge ist eine verwirrende Fülle fossiler „Arten", die jeden, der sich zuerst mit paläobotanischen Fragen beschäftigt, abschrecken, die aber oft nichts als leere Namen ohne Inhalt sind. Dieser Zustand, der das Zusammenarbeiten von Botanik und Paläobotanik sehr erschwert, ist von botanischer Seite schon mehrfach beklagt worden; man denke an den drastischen „paläobotanischen Stoßseufzer" Potonié's (Naturw. Wochenschrift. N. F. **3.** 1909). Dennoch haben diese Bestrebungen bisher wenigstens nur geringen Eingang in die Paläobotanik gefunden. Noch 1913 wendet sich Halle (Wissensch. Ergebnisse d. Schwed. Südpolarexp.

1901—03. **3**. p. 14 und Geol. Fören. Förhandl. **35**. p. 367) gegen die von Seward vertretene weitere Fassung des Artbegriffs, wie sie, können wir hinzufügen, dem in der Botanik der rezenten Pflanzen geltenden Gebrauche näher kommen würde. Er erkennt dies aber selbst als ein durch die Lückenhaftigkeit des fossilen Materials bedingtes Verfahren an. Es soll dadurch vermieden werden, daß Pflanzen, die nicht zusammengehören, unter ein und demselben Namen beschrieben werden. Dies Bestreben ist löblich; es fragt sich nur, ob der Nachteil einer solchen Methode, die oft sogar verschiedene Teile einer Pflanze unter verschiedenem Art- oder Gattungsnamen beschreibt, nicht überwiegt. Sie täuscht, besonders dem Fernerstehenden gegenüber, eingehende Kenntnis und Pflanzenreichtum vor, wo in Wirklichkeit nur dürftige, nichtssagende Bruchstücke vorhanden sind. Dessen ist sich Halle auch wohl bewußt, wenn er andeutet, daß „später“ einmal, d. h., wenn unsere Kenntnis fossiler Reste eingehender sein wird, viele „Arten“ vielleicht zusammengefaßt werden können.

Warum erst später? Daß es für manche Pflanzengruppe sehr wohl schon heute möglich ist, haben z. B. einige neuere Arbeiten über die Tertiärflora (Menzel, Die Flora d. Senftenberger Braunkohlenablag. Abhandl. preuß. geol. Landesanst. N. F. **46**. 1906; Meyer, Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora Schlesiens. 1913; Reichenbach, Die Coniferen u. Fagaceen des schles. Tertiärs. 1912; Reimann, Die Betulaceen und Ulmaceen des schles. Tertiärs. 1912) gezeigt, und es scheint mir, daß auch die fossilen Ginkgoaceen einer Revision im Sinne Seward's zugänglich sind.

Richard Lachmann †.

Für die geologische Jugend Deutschlands gilt das Dichterwort „Ja, der Krieg verschlingt die Besten“. Nachdem F. F. Hahn in den ersten Monaten in Frankreich gefallen und H. v. Staff in Südwest ein Opfer des Krieges geworden war, stehen wir jetzt an dem Karpathengrabe Richard Lachmann's, dessen Name mit einem weitreichenden Fortschritt der geologischen Erkenntnis verknüpft ist. Neben seiner stets klaren und Neues bringenden Beobachtungsgabe, neben den anregenden Gedanken über Erzlagerstätten, die Tektonik des Steinkohlengebirges und der Alpen, über die Entstehung der Tuffkanäle (Hemidiatremen) in Ungarn und den Vulkanismus der Euganeen sind besonders Lachmann's Forschungen über die Entstehung und Umformung der Salzlagerstätten von bahnbrechender Bedeutung. Die Entstehung der in der Form an Eruptivschlote erinnernde, das auflagernde Gebirge durchbrechenden Salzmassen war vor 8 Jahren, d. h. vor Lachmann's Auftreten, derart dunkel, daß im Kolleg das Vorkommen

als unerklärt bezeichnet werden mußte. Denn daß sich allein durch gebirgsbildende Kräfte kein „Salzhorst“ bilden konnte, mochte man das umgebende Gebirge absinken oder das Salz als „Aufpressungsgebilde“ emporsteigen lassen, war ohne weiteres klar. Schon die leichte Löslichkeit der Stein- und Kalisalze in unserem niederschlagsreichen Klima stand diesem Deutungsversuch entgegen. Und wenn man gar die eigenartigen Verschlingungen der Carnallitschnüre auf tektonische „Faltung“ zurückführen würde, wenn gar vor den Augen eines vorstellungskühnen Geologen in der Lüneburger Heide ein Himalaya emporsteigen konnte, so weiß die Wissenschaft dem Scharfblick des zu früh dahingegangenen Forschers Dank, welcher diese leeren Phantasiegebilde mit energischem Schnitte entfernt hat.

Doch verdanken wir Lachmann nicht nur die Beseitigung der Auswüchse der Tektonik — von denen sich übrigens der Altmeister Eduard Suess noch selbst in einem Briefe an den Unterzeichneten energisch abgewandt hatte —, sondern vor allem auch die Aufrichtung eines durch zahlreiche Beobachtungen gefestigten Gedankenbaus — die Ekzemtheorie —, zu deren Begründung der berühmte schwedische Physiker Svante Arrhenius wertvolle Bausteine beigetragen hat. Wie hoch der schwedische Nobelpreisträger die Arbeit des jungen deutschen Fachgenossen einschätzte, geht aus seinem im folgenden wiedergegebenen Schreiben hervor:

„Zu meinem großen Bedauern habe ich erfahren, daß Prof. Richard Lachmann, ein Opfer dieses schrecklichen Krieges, gefallen ist. Da ich seine Tüchtigkeit hoch schätzte, nehme ich lebhaft an der Trauer über sein tragisches Schicksal teil, in der blühenden Kraft seines ersten Mannesalters hinweggerafft worden zu sein.“

Richard Lachmann wurde am 23. Februar 1885 in Hamburg geboren. Nachdem er Ostern 1903 das Reifezeugnis erhalten hatte, wurde er Bergbaubeflissener und lag zunächst ein Jahr lang praktischen Studien in den Bergwerken des preußischen Staates ob. Von 1904—1907 studierte er an den Universitäten München und Berlin. An letzterer promovierte er am 23. November 1907 (Inauguraldissertation: Der Bau des Jackel im Obervintschgau). Am 29. November desselben Jahres bestand er das Staatsexamen, wurde Bergreferendar und war als solcher in den nächsten Jahren tätig. Da er sich jedoch besonders für die Geologie als Wissenschaft interessierte, nahm er 1911 eine Assistentenstelle am geologischen Institut der Universität Breslau an. Hier erhielt er auf Grund seiner Habilitationsschrift: „Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen“ im November 1912 die venia legendi.

Nach Ausbruch des Krieges von August 1914 bis Februar 1915 war er als Zivilbauleiter bei der Fortifikation Breslau und in Polen tätig. Im September 1915 trat er als Freiwilliger-Schütze in die Schneeschuh-Ersatz-Abteilung in Immenstadt ein. Im Juni 1916

kam er als Gefreiter des 3. Jäger-Regiments ins Feld und machte die Stürme auf Douaumont vor Verdun mit. Er erhielt das Eiserne Kreuz für das Eindringen in das französische Fort Souville, über das er seinem Regimentskommandeur Meldung erstattete. Am 7. September ist er in den Karpathenkämpfen durch Kopfschuß beim siegreichen Sturmangriff am Carny Czeremosz gefallen.

R. Lachmann war in Krieg und Frieden als Forscher und als akademischer Lehrer ein frischer, stets angeregt und anregend voller Lebensmut und Unerschrockenheit: „Er ist ein Mensch gewesen und das heißt ein Kämpfer sein". Wie er aus Liebe zur wissenschaftlichen Wahrheit mit seiner Ekzemtheorie der damaligen offiziellen Geologie Fehde ansagte und siegreich durchfocht, so litt es ihn im Kriege nicht hinter der Front, trotzdem eine Betätigung als Kriegsgeologe die naturgemäße Fortsetzung seiner Stellung als Bauleiter bei den Fortifikationsarbeiten gewesen wäre.

Aber auch in die Stürme des Krieges hinein begleitete ihn wieder die glühende Liebe zu seiner Wissenschaft. Der ganze Lachmann, der scharfe Beobachter, der frische Mensch, der gute Kamerad steht vor uns in einem Briefe an den Unterzeichneten, der am Morgen des letzten Sturmes geschrieben und in der Brieftasche des Gefallenen gefunden worden ist:

In den Karpathen, 6. September 1916.

„Ich liege hier mit meiner bayrischen Jäger- früheren Schneeschuh-Kompagnie am ungarischen Grenzkamm in ca. 1800 m Höhe bei schönster Morgensonne. Die Hochkämme hier bestehen aus Verrucano, sind beiderseits von Klippenzonen eingefaßt und morphologisch ein vergrößertes Riesengebirge. An der Auffassung der Hochfläche als Peneplain werde ich von Tag zu Tag mehr schwankend. Das Wiesen-Phänomen westlich der Schneekoppe ist die Ausnahme, nicht die Regel bei diesen Hochflächen. Ich habe zwei Karpathenkamm-Querprofile, einige Glazialbeobachtungen (Karbodenhöhe 1500—1600 m) sowie manches Morphologische festlegen können.

Ich bin jetzt seit $2\frac{1}{2}$ Monaten im Felde. Habe zwei böse Tage vor Verdun (wir sind am 12. Juli am weitesten von allen Truppen bisher gegen Souville vorgedrungen mit ca. 80% blutigen Verlusten) glücklich nicht nur überstanden, sondern auch tüchtig dekoriert worden, weil ich den Zustand vorne als Erster dem Regiments-Kommandeur beschreiben konnte. So wird man zum Kriegshelden, ehe man sich's versieht.

Verdun ist damals, wo der Kampf auf dem Höhepunkt stand, eine Klasse Weltkrieg für sich, die schärfste Probe auf Selbstbeherrschung. Deshalb bewähren sich gerade die Gebildeten und unsere bayrischen Bauernburschen wegen ihrer animalischen Kaltblütigkeit an solchen Stellen am besten.

Auch dieser Karpathen-Gebirgsfeldzug ist etwas Einziges, steht in denkbar schärfstem Kontrast zum Fleischhacken bei Verdun. Auf der positiven Seite: eine herrliche Natur, interessante Siedlungsformen, Kriegführung häufig à la Lederstrumpf, wenig Artilleriegefahr und ein minderwertiger Gegner. Auf der negativen: Tage ohne hinreichende Verpflegung, wenig regelmäßige Post und kein Mittel, der Läuse Herr zu werden. Ferner die Last des schweren Gepäcks.

Ich fühle mich recht wohl als Krieger, würde aber natürlich auch mal wieder eine wissenschaftliche Tätigkeit nicht ausschlagen."

„Er ist ein Mensch gewesen und das heißt ein Kämpfer sein."

F. Frech.

Schriftenverzeichnis.

1908. 1. Der Bau des Jackel im Obervintschgau. Beitr. zur Paläontologie u. Geologie Österreich-Ungarns. **21**. 1908.

2. Neue ostungarische Beauxitkörper und Beauxitbildung überhaupt. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1908. Sept.

1909. 3. Vorläufiger Bericht über Vulkanstudien. 1908.
   I. Die systematische Bedeutung eines neuen Vulkantyps (Hemidiatrema) aus dem Rezgebirge.
   II. Der Eruptionsmechanismus bei den Euganeentrachyten. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **61**. 1909. 7.

1910. 4. Das Faltungsproblem des westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf. 1910. 43.

5. Studien über den Bau von Salzmassen. Kali. 1910. Heft 8, 9, 24.

6. Überschiebungen und listrische Flächen im westfälischen Carbon. Glückauf. 1910. 6.

7. Über autoplaste (nicht tektonische) Formelemente im Bau der Salzlagerstätten Norddeutschlands. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **62**. 1910. 2.

8. Über die Natur des Everding'schen deszendenten Hauptsalzkonglomerats. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **62**. 1910. 4.

9. Salinare Spalteneruption gegen Ekzemtheorie. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **62**. 1910. 8/10.

1911. 10. Hauptprobleme der Kaligeologie. Monatshefte. **6**. 1911. 5.

11. Erich Harbort im Streit gegen die Ekzeme. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **63**. 1911. 8/10.

12. Der Salzauftrieb. 1. u. 2. Folge. Kali. 1911. 8, 9, 22, 23, 24. 3. Folge. Kali. 1912. 14, 15, 16, 17.

13. Über diagenetische Deformationen von Salzgesteinen. Dies. Centralbl. 1911. 17.

14. W. Kranz' Einwürfe gegen meine Beobachtungen in den Euganeen. Dies. Centralbl. 1911. 21.

1912. 15. Über die Bildung und Umbildung von Salzgesteinen. Jahresber. d. schl. Ges. f. vaterl. Kultur. 1912.

16. Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen. Jahresber. d. schl. Ges. 1912.

17. Zur Tektonik Norddeutschlands. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **64**. 1912. 8/10.

1912. 18. Ekzeme als geologische Chronometer. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **64**. 1912.
19. Arrhenius und Lachmann: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagerstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. Geol. Rundschau. 1912. III, 3.
20. Weiteres zur Frage der Autoplastie der Salzgesteine. Dies. Centralbl. 1912. 2.
21. Beiträge zur Plastizitätsfrage. Dies. Centralbl. 1912. 24.
1913. 22. Über einen vollkommen plastisch deformierten Steinsalzkristall aus Boryslaw in Galizien. Zeitschr. f. Krist. 1913. **52**, 2 und Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **66**. 1912. 8/10.
23. Über den Bau alpiner Gebirge. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **65**. 1913. 3.
24. Über den heutigen Stand der Ekzemfrage. Kali. 1913. 7.
1914. 25. Zur Klärung tektonischer Grundbegriffe. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **66**. 1914. 4.
26. Eine bemerkenswerte Störung des Steinkohlengebirges bei Schlegel in Niederschlesien. Branca-Festschrift. 1914.

C. Hintze †.

Geh. Regierungsrat Professor Dr. Carl Hintze, ordentlicher Professor der Mineralogie und Direktor des mineralogischen Instituts und Museums der Universität Breslau, ist am 28. Dezember 1916, mittags, einem Herzschlage erlegen.

Der Verstorbene war in Breslau am 17. August 1851 geboren und hat den größten Teil seiner akademischen Laufbahn hier zurückgelegt. Nachdem er das Magdalenen-Gymnasium in Breslau absolviert hatte, begann Hintze sein Studium in seiner Vaterstadt, um es dann in Bonn und Berlin fortzusetzen. Von Berlin ging er 1872 als Assistent seines Lehrers P. Groth mit diesem an die neugegründete Universität Straßburg, wo er 1873 promovierte. Im Herbst 1880 übernahm er die wissenschaftliche Leitung des Dr. Krantz'schen Mineralienkomptoirs in Bonn und habilitierte sich vier Jahre später an der dortigen Universität für Mineralogie und Kristallographie. 1886 folgte er einem Rufe als außerordentlicher Professor nach Breslau an die Seite seines Lehrers Ferdinand Roemer, nach dessen Tode er im Jahre 1892 Ordinarius für Mineralogie wurde. Seiner Heimatstadt blieb er auch in der Folge treu; 1909 erhielt er den Charakter als Geheimer Regierungsrat. Vor einigen Jahren bekleidete er das Dekanat der philosophischen Fakultät. Hintze war eine der ersten Autoritäten in dem Fache der Mineralienkunde und ein akademischer Lehrer von ausgezeichneten Eigenschaften. In der Wissenschaft aber hat er sich ein Denkmal gesetzt durch sein großes und treffliches „Handbuch der Mineralogie".

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die Kristallwinkelveränderung verwandter Stoffe beim Wechsel der Temperatur. II.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 4 Textfiguren.

3. Augit und Hornblende.

Von **F. Rinne** und **R. Grossmann.**

Die thermogoniometrischen Untersuchungen an Augit und Hornblende, über die nachstehend berichtet werden soll, wurden unter dem Gesichtspunkte ausgeführt, einen weiteren Anhalt für die verwandtschaftliche Stellung dieser Minerale zu gewinnen. Er findet seinen Ausdruck in der kristallographischen Orientierung der Stoffe zueinander. Im vorliegenden Falle handelt es sich einmal um die Frage, welcher vertikale Hauptschnitt bei den Orthaugiten der Ebene {010} der monoklinen Glieder entspricht und weiterhin hinsichtlich der monoklinen Augite und monoklinen Hornblenden um die Wahl einer in natürlicher Weise korrespondierenden Achse a. Bekanntermaßen ist in der Hinsicht noch keine volle Einigkeit der Auffassungen erzielt. Ein Vergleich der thermischen Bewegungen in den Kristallgebäuden könnte sehr wohl, so erschien es, zur weiteren Klärung der Verhältnisse beitragen. Es zeigte sich, daß dabei in der Tat deutliche Hinweise über die naturgemäße Orientierung sich herausheben; sie seien am Schluß dieser Veröffentlichung, nach Darlegung des Tatsachenbestandes, zusammengestellt.

Die benutzte thermogoniometrische Apparatur war die nämliche, wie sie zum Studium der rhomboedrischen Carbonate und des Winkels P : M der Plagioklase benutzt wurde[1]. Die Genauigkeit der Messungen betrug im Intervall 200—300° durchschnittlich 6 Sekunden, von 300—700° 10 Sekunden, darüber hinaus 15 Sekunden. Bei jeder Winkelfeststellung wurde die Temperatur 1—1½ Stunden lang innerhalb einer Schwankung von 5° gehalten und dann jeweils das Mittel aus drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Messungen genommen, die sich innerhalb der obigen Fehlergrenzen bewegten. Die natürlichen Kristallflächen erwiesen sich für genaue Messung nie gleichmäßig genug; sie wurden daher für den Versuch stets anpoliert. Natürlich änderte sich dabei ihre Winkelneigung ein wenig. Das macht aber für das Ergebnis nichts aus, da es sich beim Versuch lediglich um die Veränderung der Flächenlagen handelt, die innerhalb der Fehlergrenzen gleich groß ist wie die Veränderung einer genau liegenden Ebene. Die thermogoniometrische Wandlung wurde auf den Idealwert aufgetragen.

[1] Vergl. I, dies. Centralbl. 1914. p. 705.

Diopsid von der Mussa-Alp, Piemont
als Beispiel für die Klinaugite.

Als Fundamentalwinkel dienten die Werte nach G. vom Rath:

$$(110):(010) = 43^\circ 35'$$
$$(111):(010) = 65^\circ 45' 30''$$
$$(001):(\bar{1}00) = 105^\circ 49' 51''.$$

Aus ihnen folgt:

$$a:b:c = 1{,}09213:1:0{,}58931 \qquad \beta = 74^\circ 10' 9''.$$

Außer $(\bar{1}00)$, (010), (001), (110) und (111) wurden noch anpoliert die Flächen (100) und $(\bar{2}21)$. Die (wie erwähnt, für die verfolgten Zwecke belanglosen) Unterschiede der Flächenlage von den normalen Werten betrugen 4—36′. Die Zusammenstellung der Ergebnisse bieten die folgenden Tabellen und Figuren dar. Im allgemeinen machte sich beim Diopsid die Spaltbarkeit nach {110} bereits bei 350° störend durch Rißbildung geltend; gegen 500° zersprangen die Präparate oft in Lamellen nach {110}.

	(110) : (010)
18°	43° 35′ 0″
139	43 37 1
235	43 39 19
327	43 40 41
435	43 42 13
524	43 43 49
644	43 46 9
755	43 48 34
Intervall 737°	Änderung + 0° 13′ 34″

	(001) : $(\bar{1}00)$
17°	105° 49′ 51″
121	105 51 25
222	105 53 9
315	105 54 7
416	105 55 11
529	105 56 26
Intervall 512°	Änderung + 0° 6′ 35″

	(111) : (010)
18°	65° 45′ 30″
114	65 47 30
223	65 48 56
335	65 50 56
416	65 52 26
517	65 53 54
Intervall 499°	Änderung + 0° 8′ 24″

	(111) : (100)
18°	53° 58′ 0″
112	53 56 4
223	53 54 42
318	53 53 46
446	53 52 36
521	53 51 59
Intervall 503°	Änderung — 0° 6′ 1″

	($\bar{2}$21) : (100)
17°	61° 32′ 0″
107	61 32 3
215	61 32 4
312	61 32 0
419	61 31 57
533	61 31 53
Intervall 516°	Änderung — 0° 0′ 7″

	($\bar{2}$21) : (010)
18°	47° 54′ 30″
123	47 56 1
243	47 57 33
357	47 59 44
472	48 2 21
513	48 3 23
Intervall 495°	Änderung + 0° 8′ 53″

Aus den drei Fundamentalwinkeln (110) : (010), (111) : (010) und (001) : ($\bar{1}$00) bei 17°, 300° und 500° (letztere Werte durch graphische Interpolation) berechnen sich folgende Größen:

17°	a : b : c = 1,09213 : 1 : 0,58931	β = 74° 10′ 9″
300	a : b : c = 1,08945 : 1 : 0,58760	β = 74 6 9
500	a : b : c = 1,08762 : 1 : 0,58604	β = 74 3 57

Leitet man nunmehr aus diesen Achsenverhältnissen die Kontrollwinkelwerte bei 18°, 300° und 500°, sowie die theoretischen Winkelveränderungen bezüglich der Intervalle 18—300°, 300—500° ab, so lassen sich die goniometrischen Wandlungen mit den beobachteten vergleichen. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung, mit Ausnahme der Daten für 500°. Wahrscheinlich ist die Differenz von 1′ auf die bei dieser Temperatur störende Rißbildung zufolge der Spaltbarkeit nach {110} zurückzuführen. Bei 472° waren Beobachtung und Kurve sich noch auf 10″ nahe.

	Berechnet			Winkelveränderung			
				Ber.	Beob.	Ber.	Beob.
	18°	300°	500°	18—300°		300—500°	
(111) : (100)	53° 58′ 11″	53° 53′ 58″	53° 52′ 1″	4′ 13″	4′ 10″	1′ 57″	1′ 50″
($\bar{2}$21) : (010)	47 54 30	47 58 35	48 1 50	4 5	4 0	3 15	4 6
($\bar{2}$21) : (100)	61 32 2	61 31 50	61 31 40	0 10	0 0	0 10	0 8

Von Interesse ist die fast völlige Unveränderlichkeit von $(\bar{2}21):(100)$ im Gebiete von 17° bis 533°. Die berechnete Wandlung beträgt nur 22″, die beobachtete sogar nur 7″.

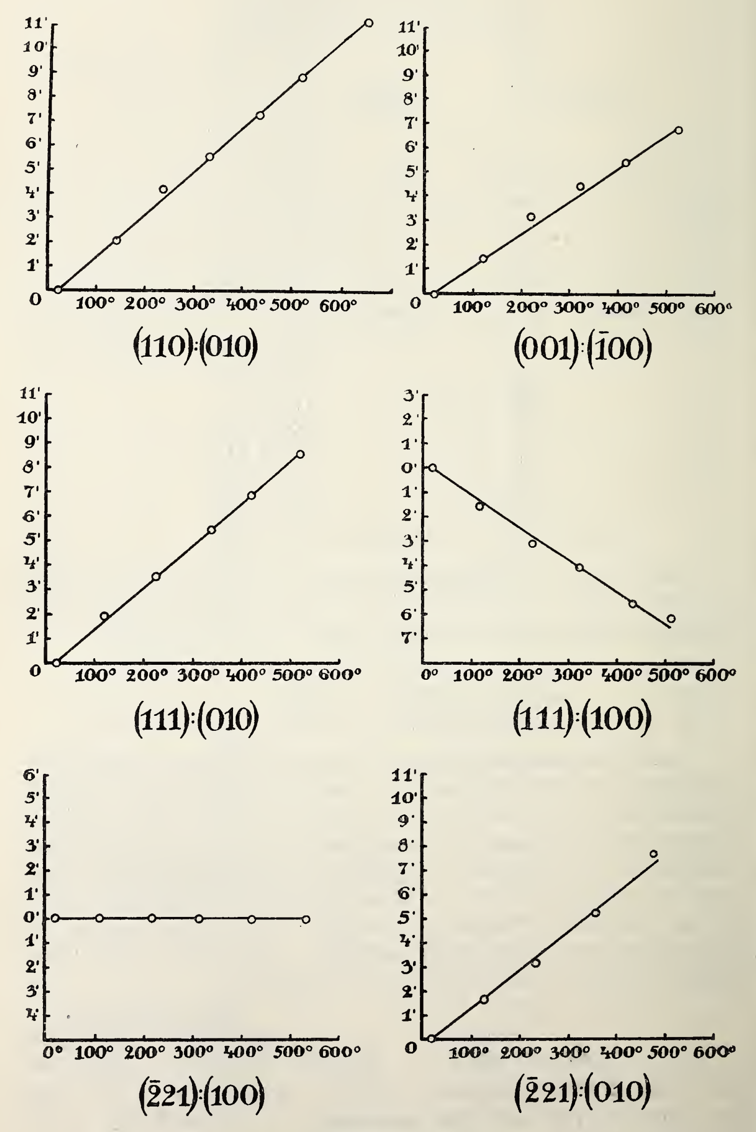


Fig. 1. Thermogoniometrische Änderungen des Diopsid.

Hypersthen von der Pauls-Insel
als Beispiel für die Orthaugite.

Richtet man den inneren spitzen Prismenwinkel des Hypersthens nach vorn — hinten[1], so entspricht dem das Achsenverhältnis vom Rath's:

$$a : b : c = 1{,}02952 : 1 : 0{,}58685.$$

Die Normalenwinkel der wichtigsten Formen sind:

$$(110) : (1\bar{1}0) = 91^\circ 40'$$
$$(001) : (111) = 39^\circ 17' 15''$$

Diese Flächen, sowie (010) und (100), wurden am Material angeschliffen, und zwar betrugen die (belanglosen) Abweichungen von den Normalwerten 0′10″ bis 21′45″. Die Winkeländerung, bezogen auf die Normalwerte, stellt sich folgendermaßen dar.

	(110) : (010)
17°	44° 10′ 0″
110	44 11 3
215	44 11 55
351	44 14 0
435	44 15 8
519	44 16 9
Intervall 502°	Änderung + 0° 6′ 9″

Ganz diesen Zahlen innerhalb der Fehlergrenzen entsprechend sind die von (110) : (100) als Komplement von (010) : (110).

	(110) : (100)
17°	45° 50′ 0″
110	45 48 55
215	45 47 58
351	45 45 54
435	45 44 56
519	45 43 58
Intervall 502°	Änderung — 0° 6′ 2″

	(001) : (111)
18°	39° 17′ 15″
111	39 17 29
229	39 17 53
334	39 18 7
448	39 18 31
553	39 18 52
Intervall 535°	Änderung + 0° 1′ 37″

Die Beobachtung am theoretischen Komplement zu (001) : (111) ergab gleichfalls vortreffliche Kongruenz.

[1] Die 1. Mittellinie liegt dann in Achse b.

	(111) : (110)
18°	50° 42′ 45″
111	50 42 33
229	50 42 13
334	50 41 55
448	50 41 34
553	50 41 13
Intervall 535°	Änderung — 0° 1′ 32″

Es handelt sich also hier um eine bemerkenswert sehr kleine Veränderung der Lage von {111}; sie beträgt nur 0° 1′ 35″ im Mittel.

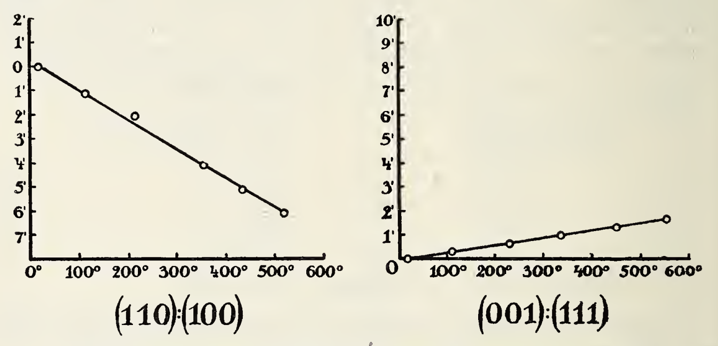


Fig. 2. Thermogoniometrische Änderungen des Hypersthen.

Hieraus berechnen sich folgende Größen:

17° . . . . . a : b : c = 1,02952 : 1 : 0,58685
300 . . . . . a : b : c = 1,02748 : 1 : 0,58654
500 . . . . . a : b : c = 1,02593 : 1 : 0,58629

Hornblende von Monte Somma, Vesuv als Beispiel der monoklinen Amphibole.

Die Formen wurden auf die Tschermak'sche Aufstellung (mit r = {011}) bezogen.

Danach sind:

a : b : c = 0,55108 : 1 : 0,29377 β = 73° 58′ 12″

(110) : (1̄10) = 55° 49′
(1̄01) : (011) = 34 25
(011) : (01̄1) = 31 32
(011) : (110) = 68 46 30″

Wie sonst wurden Flächen anpoliert, und zwar mit einer Annäherung an die theoretischen Lagen von 0′ 30″ bis 14′ 34″.

Die Veränderung der Hornblendegestalt mit der Temperatur stellt sich wie folgt dar:

	(110) : (1$\bar{1}$0)
18°	55° 49′ 0″
113	55 48 52
213	55 48 39
324	55 48 25
418	55 48 13
521	55 47 58
647	55 47 41
Intervall 629°	Änderung — 0° 1′ 19″

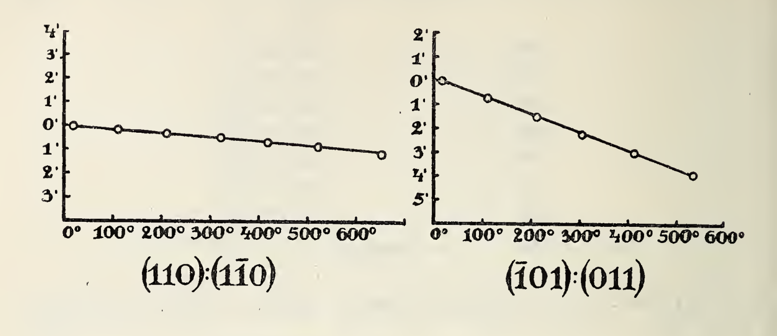
In befriedigend entsprechender Weise änderte sich der Wert für

	(110) : (010)
17°	62° 5′ 30″
119	62 5 44
212	62 5 54
335	62 5 58
416	62 6 14
Intervall 399°	Änderung + 0° 0′ 44″

	($\bar{1}$01) : (011)
18°	34° 25′ 0″
108	34 24 14
210	34 23 34
306	34 22 46
413	34 21 56
538	34 21 4
Intervall 520°	Änderung — 0° 3′ 56″

	(011) : (110)
18°	68° 46′ 30″
108	68 45 46
210	68 44 51
306	68 44 2
413	68 43 13
538	68 42 15
Intervall 520°	Änderung — 0° 4′ 15″

	(011) : (0$\bar{1}$1)
18°	31° 32′ 0″
104	31 31 26
218	31 30 40
334	31 29 46
416	31 29 3
518	31 28 21
Intervall 500°	Änderung — 0° 3′ 39″



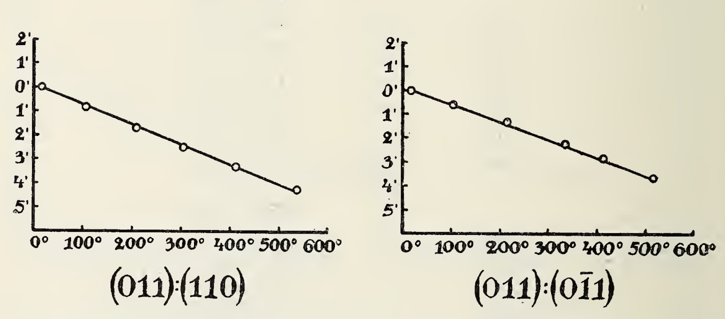


Fig. 3. Thermogoniometrische Änderungen der monoklinen Hornblende.

Die Änderung des Achsenverhältnisses und β-Winkels wird durch folgende Zusammenstellung bekundet:

18°	a : b : c = 0,55108 : 1 : 0,29377	β = 73° 58′ 12″
300	a : b : c = 0,55101 : 1 : 0,29350	β = 73 56 18
500	a : b : c = 0,55099 : 1 : 0,29331	β = 73 52 38

Anthophyllit von Labrador
als Beispiel für die Orthamphibole.

Es wurden zwei Spaltprismen poliert. Ihre Winkel ergaben sich zu 54° 14′ 27″ und 54° 34′ 5″. Der Normalwert für Anthophyllit ist noch nicht bekannt, so daß es hier nur auf die Veränderungen mit der Temperatur ankommt; sie betrugen:

1.	20°	0′ 0″	(Ausgang)
	101	—0 27	
	200	—0 52	
	311	—1 22	
	408	—1 45	
	503	—2 7	

2.	20°	0′ 0″
	100	— 0 21
	206	— 0 53
	308	— 1 23
	412	— 1 58
	509	— 2 25

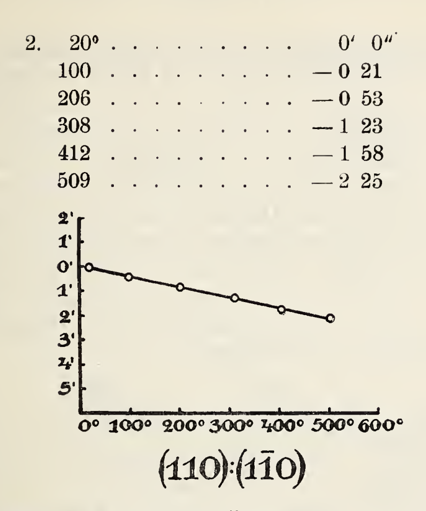


Fig. 4. Thermogoniometrische Änderungen des Anthophyllits.

Zum Vergleich der thermogoniometrischen Verhältnisse bei den hier studierten Mineralen seien zunächst temperatur-extreme Werte für den wirklichen inneren Winkel (110) : (1$\bar{1}$0) zusammengestellt.

	Diopsid	Hypersthen	Vesuvische Hornblende	Anthophyllit
20°	87°10′ 0″	88°20′ 0″	124°11′ 0″	125°45′ 33″
500	87 26 30	88 32 0	124 12 0	125 47 40

Es ergibt sich, daß dieser kristallstrukturell besonders bedeutsame Winkel sich bei allen vier Typen der Augit-Hornblendefamilie gleichsinnig ändert, wenn man, wie hier geschehen, beim Orthaugit den inneren spitzen Prismenwinkel vorn — hinten stellt. Das ist also auch nach den vorliegenden Feststellungen die naturgemäße Orientierung. Kennzeichnend ist im speziellen, daß der thermogoniometrische Effekt gerade auf diesen Winkel bei Augit sehr viel kräftiger ist als bei Hornblende. Man erkennt das aus dem Vergleich der Kurven und aus nachstehender Zusammenstellung bezüglich des Intervalls von 20° bis 500° = 480°.

	Winkel	Gesamt-änderung	Änderung für je 100°
Diopsid	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0° 16′ 30″	+ 0° 3′ 26″
Hypersthen	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0 12 0	+ 0 2 30
Vesuvische Hornblende .	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0 1 0	+ 0 0 12,5
Anthophyllit	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0 2 7	+ 0 0 26,4

Auch in der Frage über die verwandtschaftlich richtige Stellung von monoklinem Augit und monokliner Hornblende liefert die thermo-

goniometrische Untersuchung ein wirksames Moment. Nimmt man den Augit mit der Fixierung von s = $\{\bar{1}11\}$ als gegeben an, so frägt sich, ob bei der Hornblende die Form r dieser Form s bei Augit entspricht oder ob r als (011) zu nehmen ist. Zugunsten letzterer Auffassung haben sich Tschermak, Williams, Cross und Mügge mit näheren Überlegungen über die Geometrie, Optik, Verwachsung, Uralitbildung und Absonderungsverhältnisse ausgesprochen. Bei Annahme dieser Stellung würde β der Hornblende = 73° 58′ 12″ sein, andernfalls erschiene als β der in bezug auf Achse c gegenseitige Winkel von 75° 2′. Es frägt sich somit, ob ersterer oder letzterer mit β des Augits eine gleichsinnige thermogoniometrische Änderung durchmacht. Man findet:

	18°	300°	500°
β bei Diopsid	74° 10′ 9″	74° 6′ 9″	74° 3′ 57″
Winkel 73° 58′ 12″ bei Hornblende	73 58 12	73 56 18	73 52 38
Winkel 75° 2′ bei Hornblende	75 2	75 4 53	75 9 15

Es verhält sich also der Winkel 73° 58′ 12″ gleichsinnig mit β des Augits: beide werden bei Temperaturerhöhung kleiner, während der Winkel 75° 2′ der Hornblende sich dabei vergrößert. Somit spricht auch die thermogoniometrische Untersuchung für die Tschermak'sche Aufstellung der Hornblende.

Einen Überblick über die Gesamtänderung des monoklinen Augits und der monoklinen Hornblende, letztere in der besagten naturgemäßen Stellung, geben folgende Zahlen:

	Diopsid	Vesuvische Hornblende
20° . . .	a : b : c = 1,09213 : 1 : 0,58931	a : b : c = 0,54826 : 1 : 0,29377
	β = 74° 10′ 9″	β = 73° 58′ 12″
500 . . .	a : b : c = 1,08762 : 1 : 0,58604	a : b : c = 0,54766 : 1 : 0,29333
	β = 74° 3′ 57″	β = 73° 52′ 38″

Institut für Min. und Petrogr. der Universität Leipzig.

Über die Ursache des damaszierten Schimmers beim Lievrit.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Es ist bekannt, daß manche Kristalle von Lievrit, wenn das Licht in bestimmter Richtung auf sie fällt, einen Schimmer wie schön blau angelaufener Stahl wahrnehmen lassen. Er bezeichnet nach Blum[1] die ersten Anfänge der Umwandlung des Lievrit in

[1] Blum, Pseudom. 3. Nachtr. 187. 1863.

Eisenglanz und Brauneisen. Blum beobachtete ihn an Kristallen von Elba, Bøggild[1] auch an Kristallen von Grönland, wenn auch weniger stark.

Der Schimmer tritt nach meinen Beobachtungen an Elbaner Kristallen nur auf bei solchen, die oberflächlich zersetzt sind, und zwar auf allen Endflächen mit Ausnahme von (001); auf sämtlichen Flächen von (111), (101) und (021), ebenso auf unregelmäßigen Abdruckflächen und auch auf etwas muschligen unfrischen Absonderungsflächen ungefähr // (001), aber gleichzeitig, am stärksten dann, wenn das Licht so auffällt, daß es von der Basis reflektiert wird. Daraus geht hervor, daß die kleinen Flächenelemente, die den Schimmer verursachen, auf allen Kristall- und Bruchflächen die Lage (001) haben, sie sind aber so außerordentlich fein, daß sie ihrer Lage und ihrem Umriß nach auch u. d. M. nicht mehr zu erkennen sind, auch mittelst Vertikal-Illuminator nimmt man nur den schön blauen Schimmer wahr.

Dieser rührt nun keineswegs von den ersten Spuren der die Kristalle bedeckenden Zersetzungsprodukte her, er tritt vielmehr erst da auf, wo diese in feinen Häutchen sich von der Oberfläche losgelöst haben, am lebhaftesten dann, wenn diese frisch abgehoben sind, während er da fehlt, wo die Fläche nach Entfernung der Zersetzungshaut schon längere Zeit wieder freigelegen hat. Auf den Flächen (hk0) bildet der Überzug meist besonders dicke Krusten, darunter erscheinen diese ganz glanzlos, meist mit tiefen Rillen // (001), der Schimmer fehlt hier stets.

Danach sind die schimmernden Flächenelemente von der Lage (001) wahrscheinlich sehr feine Ätzflächen; daß nicht eine unter der abgehobenen Haut liegende andere Neubildung die Ursache ist, scheint auch daraus hervorzugehen, daß stärkere Erhitzung der Kristalle (über 300^0), welche diese doch wohl hydratische Neubildung zerstören würde, an dem Schimmer nichts ändert. An manchen Stellen erscheinen die Kristalle übrigens in der Schimmerstellung wie von feinem braunem Sammet überzogen; hier ist auf den abgedeckten Flächen schon wieder ein neues, und zwar kolloides, hellbraungelb durchsichtiges Zersetzungshäutchen zum Absatz gekommen; hebt man es ab, so tritt der blaue Schimmer zutage.

Die Zersetzungshäutchen sind meist dunkelbraun, doppelbrechend, und zwar mit überall einheitlicher Orientierung. Auf allen Flächen (hk0), auch (100) und (010), löscht ihre Substanz $//\dot{c}$ des Lievrit aus; auf (101), (021) und (001) parallel den Symmetrielinien dieser Flächen, auf (111) und (hkh) dagegen schief unter $10-22^0$ geneigt zur Kante zu (010). Hebt man an einer von verschiedenen Flächen der genannten Art begrenzten

[1] Bøggild, Meddelelser om Grønland. **25.** 84. 1902.

Ecke eine kleine Kappe der Zersetzungshaut ab, so läßt sich nach Einbetten in Kanadabalsam erkennen, daß die ganze Kappe im parallelen Licht sich optisch einheitlich verhält. Die Stärke der Doppelbrechung ist beträchtlich, aber wegen der Tiefe der Färbung nicht zu bestimmen, die beiden Auslöschungsrichtungen nicht zu unterscheiden; auch im konvergenten Licht sind die Erscheinungen nicht hinreichend deutlich, Pleochroismus fehlt. Eine feine Punktierung und Riefung auf den Häutchen scheint der Spur der Ätzfläche (001) zu entsprechen.

Bei mäßigem Erhitzen wird das Zersetzungsprodukt vorübergehend undurchsichtig, nach 16stündigem Erhitzen auf 250^0 war es tief rot geworden, aber noch optisch einheitlich doppelbrechend und die Auslöschungsrichtung wie vorher, es verhält sich also in dieser Hinsicht wie Goethit und nicht wie Rubinglimmer[1]. Für letzteren konnte nämlich festgestellt werden, daß er schon nach längerem Erhitzen (6 St.) auf 220^0 anfängt Wasser zu verlieren, und zwar zum weiteren Unterschied von Goethit, unter Bildung einer neuen Phase. Es entstehen Verwitterungsfiguren in der Form von Sechsecken, von denen zwei, meist etwas längere Seiten // $\mathfrak{c}$, die anderen vier zu je zwei nach beiden Seiten dazu unter etwa 45^0 geneigt verlaufen. Ihre Zahl nimmt bei längerem Erhitzen auf 220^0 erheblich zu, auch vergrößern sie sich etwas; bei raschem Erhitzen entstehen sehr zahlreiche und daher sich gegenseitig störende Figuren, so daß ihre Form undeutlich wird. Die die Figuren füllende wasserärmere Substanz ist dunkler rot, optisch nicht einheitlich, besteht vielmehr anscheinend aus sphärolithisch geordneten, stark doppelbrechenden Fäserchen. Von alle diesem ist beim Erhitzen der Zersetzungshäutchen des Lievrit nichts zu erkennen, vielmehr verlieren sie Wasser erst bei höherer Temperatur und ohne Bildung einer neuen Phase.

Welches die kristallographische Orientierung des Goethit zum Lievrit ist, läßt sich einstweilen nicht näher bestimmen.

Vom Rubinglimmer kamen bei dieser Gelegenheit Blättchen zur Beobachtung, die an den Rändern äußerst dünn und daher fast farblos, ganz hellgelb durchsichtig waren. Sie sind von Interesse wegen ihrer stark übernormalen Interferenzfarben. Sie sind an den dünnsten Stellen lavendelblau ins Violette, gehen dann über in schön grün, dann in gelb und orange. Bei größerer Dicke macht sich dann die Eigenfarbe schon störend bemerklich. Die Doppelbrechung ist, wie l. c. angegeben, jedenfalls sehr stark.

---

[1] Vergl. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. I. p. 66.

Kristallographische Konstanten einiger künstlicher Kristalle.

Von **Herm. Rose,** Göttingen, z. Z. im Felde.

Mit 2 Textfiguren.

1. Caesiumdithionat, $Cs_2S_2O_6$.

Die Kristalle erscheinen holoedrisch oder rhomboedrisch-hemiedrisch, sind aber wohl als trapezoedrisch-tetartoedrisch zu betrachten und als isomorph mit den analogen von Kalium und Rubidium.

Hexag. trapez. tetart. $\dot{c}$ = 0,6316.

Beobachtet sind die Formen:

{0001}.{10$\bar{1}$1}.{10$\bar{1}$0}.{5.$\overline{10}$.5.6}.{1$\bar{2}$11}.{5.$\overline{10}$.5.3}.{1$\bar{2}$10}.

	beob.,	ber.
*11$\bar{2}$1 : 0001 =	51°38'	—
5.$\overline{10}$.5.6 : 0001 =	46 30	46°29'
5.$\overline{10}$.5.3 : 0001 =	64 30	64 36
10$\bar{1}$1 : 0001 =	36 04	36 06
1$\bar{1}$00 : 11$\bar{2}$1 =	47 11	47 14
10$\bar{1}$1 : 11$\bar{2}$1 =	25 38	25 38
10$\bar{1}$1 : 01$\bar{1}$1 =	34 13	33 51

Die Kristalle stimmen danach in den Winkeln sehr nahe überein mit denen des Rubidiumsalzes.

Optisch einachsig positiv, zirkularpolarisierend, indem durch die Basis zwischen gekreuzten Nicols bei Drehung keine merkliche Änderung der Helligkeit eintritt, wohl aber die Farben beim Drehen des Analysators sich ändern. An einem Prisma mit zwei natürlichen Flächen // $\dot{c}$ wurde gemessen:

$$\omega = 1{,}444, \quad \varepsilon = 1{,}491 \text{ (für gelb).}$$

2. Caesiumdithionat, $2\,Cs_2S_2O_6 \cdot H_2O$.

Rhombisch, holoedrisch.

a : b : c = 0,8832 : 1 : 0,5058.

Beobachtete Formen (Fig. 1):

{010}.	{100}.	{120}.	{110}.	{201}.	{111}.
b	a	d	m	e	p

	beob.,	ber.
*100 : 110 =	41°27'	—
110 : 120 =	19 05	19°02'
010 : 120 =	29 28	29 31
*110 : 111 =	52 37	—
$\bar{1}$10 : 20$\bar{1}$ =	55 37	55 38
20$\bar{1}$: 11$\bar{1}$ =	30 07	30 04
120 : 111 =	54 58	54 59
120 : 1$\bar{1}$1 =	97 14	97 13
110 : 1$\bar{1}$1 =	85 43	85 42

Ebene der optischen Achsen (010), spitze positive Bisektrix $\perp$ (010), $2E_{Na} = 51{,}5^0$, $\nu > \varrho$.

Das entsprechende Rubidiumsalz wurde nur in mikroskopischen, nicht meßbaren Nadeln erhalten.

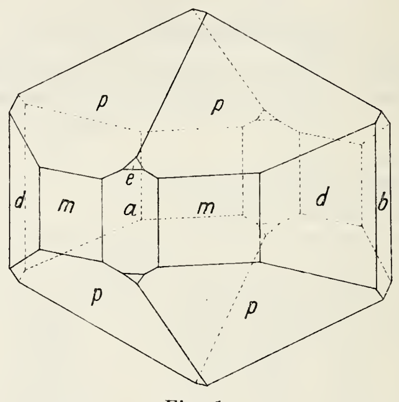


Fig. 1.

3. Terpin, $C_{10}H_{18}(OH)_2$.

Rhombisch, holoedrisch.

a : b : c = 0,7888 : 1 : 0,8224.

Die wasserhellen, bis 5 mm großen Kristalle sind z. T. tafelig nach $\underset{c}{(001)}$, z. T. pyramidal durch $\underset{p}{\{111\}}$ (Fig. 2); außerdem sind beobachtet $\underset{q}{\{221\}}$ und $\underset{d}{\{011\}}$.

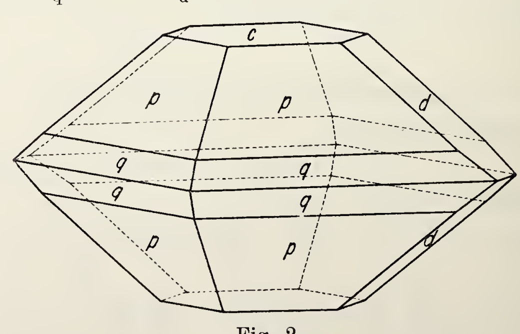


Fig. 2.

	beob.,	ber.
*001 : 111 =	53° 01′	—
*1$\bar{1}$1 : 111 =	59 19	—
001 : 221 =	69 25	69° 22′
11$\bar{1}$: 1$\bar{1}$1 =	102 24	102 19
111 : 011 =	38 53	38 51
001 : 011 =	39 29	39 26

Die Ätzfiguren (mit Wasser, Alkohol; die besten mit Monobromnaphthalin) auf (001) und (111) bestätigen die rhombische Holoedrie. Spaltung sehr vollkommen nach (001), muscheliger Bruch nach (010), unvollkommene Spaltung nach (110).

Durch (010) Austritt der spitzen positiven Mittellinie, Achsenebene // (001), Achsenwinkel in Monobromnaphthalin für die grüne Quecksilberlinie $\lambda = 546{,}1\ \mu\mu$:

$$2H = 72^{\circ}5'.$$

An einer Spaltplatte nach (001) wurde mittels ABBE'schem Refraktometer für dieselbe Linie (mit verkleinerndem Fernrohr) bestimmt:

$$\alpha = 1{,}5209,\quad \beta = 1{,}5292,\quad \gamma = 1{,}5416,$$

daraus $2V = 79^{\circ}0'$, während aus $2H$ und β folgt $2V = 79^{\circ}42'$.

Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß RUD. KLEIN in seiner Dissertation (Göttingen 1912, p. 12) die ihm von mir über die Kristallform des aktiven Carvotanacetoxim gemachten Angaben falsch wiedergegeben hat; nicht die rhombischen Kristalle sind hemimorph, sondern die monoklinen.

Über die Bedeutung der Ostwald'schen Impfschwelle.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

WILH. OSTWALD[1] fand als untere Grenze der Natriumchloratmengen, die eine bestimmte metastabile $NaClO_3$-Lösung zur Kristallisation veranlassen, 10^{-10} g; das ergibt, da die Dichte des kristallisierten Natriumchlorates gleich $D = 2{,}49$ ist, 4×10^{-11} cm³. Dieses Volumen kann keineswegs die Bedeutung des kleinstmöglichen $NaClO_3$-Kristalles haben, da nach röntgenometrischem Befund die Inhalte der primitiven Gitterparallelepipeda von der Größenordnung 10^{-24} bis 10^{-22} cm³ sind. Das Volumen 10^{-11} cm³ mag „Impfschwelle" heißen.

Jene 4×10^{-11} cm³ $NaClO_3$, die noch gerade wirkten, waren durch Verdunstung eines Tropfens verdünnter Lösung in einer Platinöse entstanden und stellten offenbar einen sehr kleinen Würfel oder einige wenige solche dar. Weil nun winzige Kristalle eine größere Sättigungskonzentration liefern als makroskopische Individuen, so liegt die übrigens schon von OSTWALD (l. c.) geäußerte Vermutung nahe, daß OSTWALD's in bezug auf große Kristalle metastabile Lösung gegenüber Individuen von 10^{-12} cm³ nicht mehr übersättigt war, so daß letztere nicht mehr zu wirken vermochten.

---

[1] WILH. OSTWALD, Zeitschr. f. phys. Chem. **22**. 289. 1897.

Man kann diese Annahme mittels folgender Formel prüfen, die ebenfalls von WILH. OSTWALD[1], aber bei anderer Gelegenheit, abgeleitet wurde.

$$r = \frac{2\gamma M}{R T D \ln \frac{L_r}{L}}.$$

Hierin bedeutet r die halbe Kantenlänge eines sehr kleinen Würfels[2] einer Kristallart in cm, M deren Molgewicht in g, T die absolute Temperatur in Celsiusgraden, $R = 8{,}3 \times 10^7$ die absolute Gaskonstante in Erg, D das „spez. Gewicht" der Kristallart, L die Löslichkeit großer Kristalle, L_r diejenige kleiner Würfel von der Kantenlänge 2 r und γ die Grenzflächenspannung zwischen Kristallwürfeln und Mutterlauge in Dynen/cm.

Wir betrachten nun die Konzentration von OSTWALD's metastabiler Lösung als Sättigungskonzentration L_r jener $NaClO_3$-Würfel von 10^{-12} cm³ Inhalt, die nicht mehr zu wirken vermochten; ist unsere Betrachtungsweise richtig, so muß obige Formel ein r ergeben derart, daß $(2r)^3 = 10^{-12}$ ist. Zur Berechnung setzen wir für Natriumchlorat $M = 106{,}5$, $T = 273 + 18$, $D = 2{,}5$, $L = 95$ (g pro 100 g Wasser)[3], $L_r = 107$, d. i. die Konzentration der von OSTWALD bei Zimmertemperatur geimpften metastabilen Lösung, und $\gamma = 2000$; letztere Zahl liegt zwischen den γ-Werten, die G. HULETT[4] für Gips und für Schwerspat ermittelte (1100 bezw. 4000 Dynen/cm).

Dann ergibt sich aus obiger Formel $r = 6 \times 10^{-5}$ cm und somit $(2r)^3 = 2 \times 10^{-12}$ cm³ als Volumen des $NaClO_3$-Würfels, dessen Sättigungskonzentration $L_r = 107$ g pro 100 g H_2O ist; in der Tat wirken bei dieser Konzentration nach OSTWALD nur Kristalle, deren Volumen mehr als 10^{-12} cm³ beträgt.

Unsere Auffassung des Wesens der Impfschwelle wird also vorzüglich bestätigt. Die Richtigkeit dieser Deutung kann künftig dadurch genauer geprüft werden, daß man die Impfschwellen für verschiedene metastabile Konzentrationen L_r einer und derselben Lösungsart experimentell feststellt. Solche Feststellungen können ferner, wenn jene Erklärung sich bewährt, auf viele Kristallarten zur Berechnung ihrer Grenzflächenspannungen ausgedehnt werden.

---

[1] WILH. OSTWALD, Zeitschr. f. phys. Chem. **34**. 503. 1900; vergl. die Korrektur von H. FREUNDLICH, Kapillarchemie. p. 144. Leipzig 1909. Streng gilt diese Formel nur für verdünnte Lösungen.

[2] Bei OSTWALD bedeutet r den Radius einer Kugel; es läßt sich aber leicht zeigen, daß die Kantenlänge 2 r eines Würfels ebenfalls zu obiger Formel führt.

[3] Vergl. LANDOLT-BÖRNSTEIN's Tabellen. p. 557. 1905.

[4] G. HULETT, Zeitschr. f. phys. Chem. **37**. 385. 1901; vergl. die Korrektur von H. FREUNDLICH, Kapillarchemie. p. 144. Leipzig 1909.

Eine interessante Wirbeltierfauna im Buntsandstein des Schwarzwaldes.

Von **F. v. Huene** in Tübingen.

Mit 8 Abbildungen im Text.

Der im allgemeinen fossilarme deutsche Buntsandstein hat immerhin schon eine kleine Anzahl von Stegocephalen- und Reptilresten geliefert. Erstere sind viel häufiger als letztere. Sie wurden hauptsächlich von Helgoland, Bernburg, mehreren Orten der Vogesen und des Schwarzwaldes beschrieben oder erwähnt. Reptilien sind aus der Gegend von Göttingen, Bernburg, Coburg, der Eifel und Basel beschrieben. Es seien nur genannt:

Trematosaurus Braunii u. *ocella*
Capitosaurus nasutus, *Fronto*, *Helgolandiae*, ? *Fuerstemberganus*, ? *Vaslenensis*
? *Odontosaurus Voltzii*
Koiloskiosaurus coburgiensis
Eifelosaurus triadicus
Sclerosaurus armatus
? *Basileosaurus Freyi*
Ctenosaurus Koeneni
Mesorhinus Fraasi

Das Vorhandensein einer reichen weiteren Fauna ist durch die zahlreichen fossilen Fährten erwiesen. Da man also noch so wenige der Formen faktisch kennt, dürfte jeder neue Beitrag von Interesse sein. In den letzten Jahren sind namentlich im württembergischen Schwarzwalde eine Anzahl von z. T. neuen Fundorten von Knochenspuren im obersten Horizont des mittleren Buntsandsteins bekannt geworden. Ich verweise auf die Zusammenstellung von Axel Schmidt: Über Fossilhorizonte im Buntsandstein des östlichen Schwarzwaldes. Mitt. geol. Abt. k. württ. stat. Landesamts. No. 7. 1910 (in den Württ. Jahresh.).

Aus diesem Horizont besitzt Herr Bergrat Schüz in Calw eine umfangreiche Sammlung, die wertvolle Aufschlüsse über die Zusammensetzung der Fauna zu liefern imstande ist. Es sind aber zu einer Bearbeitung der Fauna verschiedene technische Vorarbeiten nötig, die ich teils aus Zeitmangel, teils aus anderen Gründen jetzt während des Krieges nicht ausführen kann. In dankenswertester Weise hat Herr Bergrat Schüz mir die Benützung seiner Sammlung gestattet. Da ich infolge von Kriegsverwundung in Wildbad war, konnte ich einige Male im nahen Calw mir die Sachen ansehen und einiges zeichnen. Dabei fanden sich so überraschende Tatsachen, daß es mir angezeigt scheint, sie doch schon jetzt in dieser kurzen und unvollständigen Weise bekannt zu geben. Ich greife hier nur einzelne Knochen heraus.

Es sind dreierlei Gruppen von Knochen vorhanden, sie repräsentieren 1. Labyrinthodonten (Stereospondyli), 2. temnospondyle Formen und 3. altertümliche Reptilien.

1. Kieferstücke von Labyrinthodonten, wie sie auch von Mart. Schmidt 1907 beschrieben wurden, sowie Schädelteile und — z. T. wundervoll erhaltene — Panzerplatten finden sich in der Schüz-schen Sammlung. Ihre genaue Bearbeitung wird manches Neue bieten, aber von grundlegender Bedeutung sind diese Formen nicht, da Labyrinthodonten gleichen Alters in guter Erhaltung aus anderen Gegenden bekannt sind. Ich habe deutlich Labyrinthodonten von zwei verschiedenen Größen erkennen können. Es sind also wohl mindestens zwei Arten oder Gattungen vorhanden. Sehr schöne Clavikeln und ein vorzüglicher oberer Wirbelbogen sind u. a. da.

2. Temnospondyle Stegocephalen von sehr bedeutender Größe sind durch Wirbel — wie mir scheint — einwandfrei nachzuweisen. Sie sind sehr viel weniger zahlreich als die sicheren Labyrinthodonten-Reste. Am beweiskräftigsten scheint mir das apfelschnitzförmige Intercentrum mit Parapophysen zu sein (Fig. 1). Ein Ver-

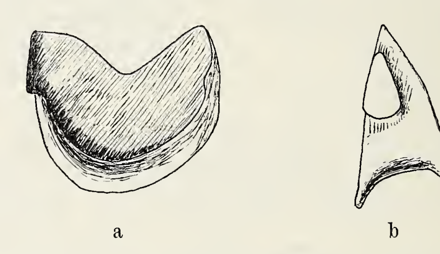


Fig. 1. Intercentrum eines Temnospondylen mit beiden Parapophysen (nur eine auf der Figur deutlich sichtbar). ½ nat. Gr. a Hohlraum von hinten, b seitliche Ansicht, positiv gedacht. (No. 14 der Schüz'schen Sammlung.)

gleich mit den gut bekannten Wirbeln von *Eryops* wirkt am überzeugendsten. Das Intercentrum ist in der Mitte oben tief ausgeschnitten. Unten ist es stark eingezogen, so daß beide Gelenkränder weit vorragen. Die wenig erhöhte Parapophyse ist apfelkernförmig. Maße des abgebildeten Stückes:

Transversaldurchmesser	5 cm
Höhe	4,5 „
Länge	2,8 „
Höhe der Parapophyse	1,9 „
Breite „ „ unten . . .	1 „

Die Temnospondyli, die ihre Hauptverbreitung im Carbon und Perm haben, sind aus Amerika bisher noch nicht aus der Trias bekannt. Nur ganz vereinzelte Nachzügler (*Micropholis, Batrachosuchus, Brachyops, Gondwanosaurus, Bothriceps*) kennt man aus triassischen Schichten von Gondwanaland (S.-Afrika, Indien, Australien).

Von Europa sind temnospondyle Stegocephalen in der Trias bisher nicht bekannt. Hier ist ihr Vorkommen zum erstenmal festgestellt.

3. Auf Theromorphen (in WILLISTON's Sinn 1916) oder doch nicht allzuweit verwandte Reptilien deuten eine größere Anzahl von Knochen, resp. Hohldrücke der SCHÜZ'schen Sammlung. Es sind namentlich Wirbel, ein Femur, Beckenknochen u. a. Die vorhandenen Wirbelkörper, z. T. mit einem kleinen Teil des oberen Bogens noch daran, sind mäßig gestreckt, in der Mitte stark eingeschnürt, mit scharf vorragenden Gelenkrändern, mehr oder weniger stark amphicöl und mit oben längs sehr tief in den Wirbelkörper eingefurchtem Rückenmarkskanal, dessen Höhlung sich nach unten keilförmig verengert.

Ich will einige Wirbel zunächst einzeln kurz vorführen.

Ein halber Wirbelkörper, der körperlich erhalten ist (Fig. 2), zeigt den nach der Mitte hin tief eingesenkten Rückenmarkskanal. Der in der Mitte sehr stark eingeschnürte Wirbelkörper ist seitlich komprimiert und unten in einer scharfen Längskante zugeschärft.

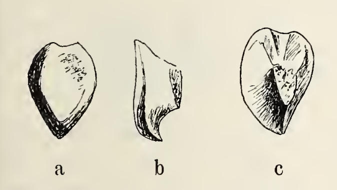


Fig. 2. Halber Wirbelkörper eines Theromorphen in drei Ansichten. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. Plastisch erhalten. (No. 5 der SCHÜZ'schen Sammlung.)

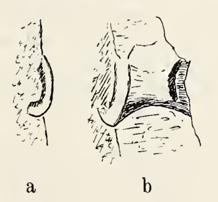


Fig. 3. Plastisch erhaltener Wirbelkörper eines Theromorphen im Gestein. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. (No. 6 der SCHÜZschen Sammlung.)

Die Gelenkfläche ist mit dickem und unten stark umgeschlagenem Rand versehen, so daß man mit Sicherheit auf das Vorhandensein von Intercentra schließen kann; ihr Umriß ist schmal herzförmig, mit scharfer Spitze nach unten. Höhe 2,6 und Breite 1,9 cm. Die Gelenkfläche selbst ist mäßig vertieft. Der ganze Wirbeltypus erinnert mich sehr stark an einen solchen aus dem unteren Muschelkalk von Gogolin, den ich 1905 (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XX. p. 351. Fig. 43 u. Taf. VI, 3) abgebildet habe.

Ein anderer, ebenfalls plastisch erhaltener Wirbelkörper gehört zweifellos derselben Art an (Fig. 3). Er zeigt den gleichen dicken und umgeschlagenen Rand an der Gelenkfläche. Letztere ist aber unten nicht zugespitzt. Der Wirbelkörper ist ca. 2 cm lang und ebenso hoch, seitlich komprimiert.

Ein weiterer Wirbel steckt ebenfalls körperlich im Gestein, und zwar mit dem oberen Bogen (Fig. 4). Es ragt aber nur das eine Ende des Wirbels in schlechter Erhaltung aus dem Gestein.

Man erkennt einen ziemlich kurzen dünnen Dornfortsatz, eine sehr große fünfeckige Öffnung des Rückenmarkskanals, darüber zwei dicke Postzygapophysen, die aber wahrscheinlich von einem hier nicht erhaltenen, davor liegenden Wirbel stammen. Es wäre also die Vorderansicht des Wirbels. Darunter sind unvollständig Teile der vorderen Gelenkfläche des Wirbelkörpers zu sehen.

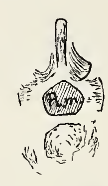


Fig. 4. Plastisch erhaltener Wirbelkörper eines Theromorphen im Gestein. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. Dornfortsatz mit natürlichem Oberende, Postzygapophysen, Rückenmarksloch und Teil der Gelenkfläche sichtbar. (No. 3 der Schüz'schen Sammlung.)







a b c

Fig. 5. Hohldruck des Wirbelkörpers eines Theromorphen in $\frac{1}{2}$ nat. Gr. a Seitliche Ansicht, Ausfüllung des Rückenmarkskanals und Hohlkegel der amphicölen Gelenkflächen sichtbar; b eine Gelenkfläche; c Abdruck der lateralen Außenseite mit Teil des Rippenansatzes. (No. 1 der Schüz'schen Sammlung.)

Die anderen Wirbelcentra, die ich hier erwähnen will, sind nur als scharfe Hohldrücke erhalten. Derjenige Fig. 5 ist auch etwas seitlich komprimiert, deutlich amphicöl, mit eingefurchtem Rückenmarkskanal. Er zeigt rechts den Ansatz des oberen Bogens mit einer vorn gelegenen scharfen Strebe, die nach oben zieht; diese erinnert mich auch sehr an den schon erwähnten Wirbel von Gogolin. Der Wirbelkörper ist 3 cm lang, 2,5 cm hoch und ca. 1,8 cm breit.

Ein anderer, etwas größerer, aber relativ kürzerer Wirbel zeigt ebenfalls eine scharfe Strebe am beginnenden oberen Bogen (No. 7 in der Schüz'schen Sammlung). Das Centrum ist 3,5 cm lang und ebenso hoch.

Die größeren Wirbel sind stärker eingeschnürt und mit tiefer eingefurchtem Rückenmarkskanal versehen (Fig. 6 u. 7). Die Maße der beiden hier abgebildeten sind:

Fig. 6.	Länge des Wirbels	4,	Höhe	3,5	und Breite	2,8	der Gelenkfläche.
„ 7.	„ „ „	4,3	„	3,5	„ „	5	„ „

Der größere dieser beiden Wirbel (No. 4 der Schüz'schen Sammlung) ist an der vorderen Gelenkfläche wesentlich schmäler als an der gemessenen hinteren. Hieraus und in Zusammenhang mit der relativen Größe (falls es sich um die gleiche Art wie die vorhin beschriebenen Wirbel handelt) ergibt sich, daß dieser Wirbel dicht vor dem Sacrum gelegen war. Diese Tatsache deutet auf

ein starkes Sacrum und Becken und somit auf ein ausgesprochenes Landreptil. Bei *Deuterosaurus* aus dem Perm des Ural ist z. B. auch zu beobachten, wie die vorne schlanken Wirbelkörper nach hinten nicht nur an Größe, sondern namentlich an relativer Breite sehr bedeutend zunehmen.

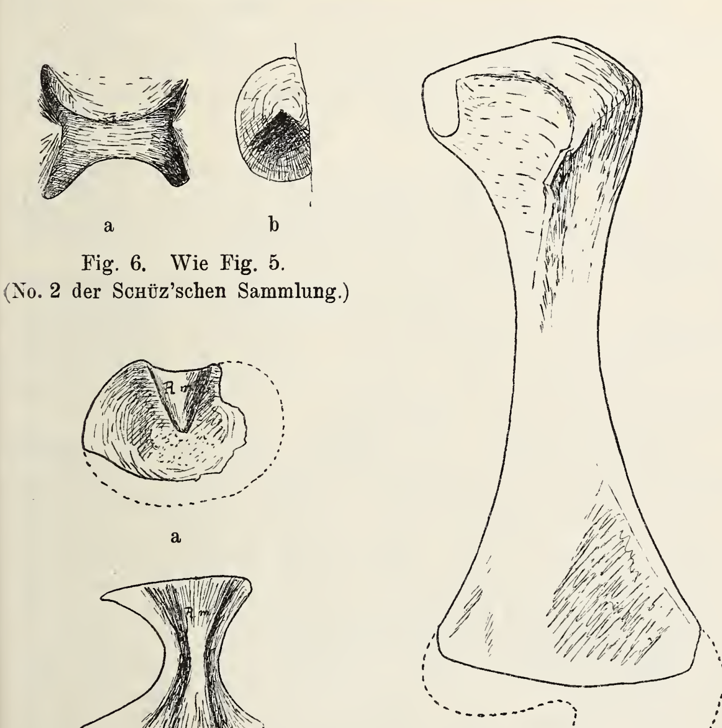


Fig. 6. Wie Fig. 5.
(No. 2 der Schüz'schen Sammlung.)

Fig. 7. Wie Fig. 5.
a Negativ von vorn, b von oben.
(No. 4 der Schüz'schen Sammlung.)

Fig. 8. Hohldruck des linken Femur eines Theromorphen, positiv gedacht. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. (No. 16 d. Schüz'schen Samml.)

Von anderen Knochen ist in erster Linie ein linkes Femur wichtig und als Hohlraum gut erhalten. Die distale Epiphyse fehlt (Fig. 8). Es ist ein für so altertümliche Reptilien recht schlanker Knochen. Der mittlere und distale Teil ist im Gestein flachgedrückt, dagegen der proximale Teil recht dick und kräftig. Durch den proximalen, medial plattenförmig vorragenden Trochanter ist der Knochen osteologisch sicher zu bestimmen. Der Knochen erinnert am meisten an *Dimetrodon* und *Sphenacodon*. Die Maße sind:

Länge	18	cm
Größte Breite, proximal	6	„
„ „ distal	7	„
Durchmesser, Mitte	2,5	„

Zahlreiche große und gut erhaltene Rumpf- und Schwanzrippen lasse ich hier unberücksichtigt, weil ich sie zunächst nicht sicher von Temnospondylen unterscheiden kann. Auch große bezahnte, aber schlecht erhaltene Kieferstücke sind da, von denen ich aber auch momentan nicht entscheiden kann, ob sie hierher oder zu Temnospondylen gehören.

Zu den Wirbeln und dem Femur gehören ein Stück einer Scapula (No. 23), ein flacher Längsschnitt durch ein ganzes Ilium (No. 19), die beide sehr an *Sphenacodon* erinnern, ferner ein ganzer Knochen, der ein Ischium (No. 18) sein dürfte.

Soviel ich vorläufig beurteilen kann, hat die im Buntsandstein der Calwer Gegend repräsentierte Reptilform ihre nächsten Verwandten in den nordamerikanischen Theromorphen (wie Williston sie 1916 definiert). Die genauere Ausführung möchte ich auf ruhigere Zeiten verschieben. Es ist dies eine noch nicht so extrem spezialisierte Form wie *Ctenosaurus.*

Es ist auffallend und bedauerlich, daß diese im mittleren Buntsandstein des Schwarzwaldes so sehr verbreitete Fauna noch so gut wie völlig unbekannt ist. Ebensolche Abdrücke von Kieferalveolen, wie E. Fraas sie 1901 (Württ. Jahresh. p. 318) von Teinach beschrieb, werden auch bei Calw gefunden (s. Schüz'sche Sammlung), und es befinden sich genau solche und von ebenso bedeutender Größe im naturhistorischen Museum in Basel von Warmbach bei Rheinfelden (? mittlerer Buntsandstein). Fraas deutete sie als Labyrinthodonten, sollten es nicht eher Temnospondyle sein? Ich kann jedoch eben der Frage nicht nachgehen. Man sieht nur aus der Verbreitung, daß diese Fauna durch den ganzen Schwarzwald geht. Ihre besondere Wichtigkeit liegt in dem Vorkommen von Temnospondylen und Theromorphen. Erstere sind die allerletzten Ausläufer ihrer Ordnung in Europa. Letztere sind als Beitrag zur Kenntnis der jüngsten Vertreter der altertümlichen Reptilien in der germanischen Trias höchst willkommen. Denn irgendwo in dieser Gegend muß man den Anschluß der eigenartigen, vom tiefsten Muschelkalk bis in die jüngste Trias verbreiteten Placodontier suchen, vielleicht auch den der Sauropterygier. Ich vermute, daß die Deuterosauriden des uralischen Perm hierbei eine nicht unwichtige Rolle spielen. Diese höchst wichtigen und interessanten Fragen müssen aber leider noch der Zukunft überlassen bleiben.

Besprechungen.

Bernhard Halle: Handbuch der praktischen Optik. 128 p. 104 Abb. Verlag: Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker", Berlin-Nikolassee. 1913.

Das Werk ist von einem praktischen Optiker auf Grund von Erfahrungen verfaßt worden, die in mehr als vierzigjähriger Tätigkeit gesammelt wurden. Es will den Fachmann in der Werkstatt unterstützen, indem es Regeln für die Ausführung bestimmter Arbeiten gibt und Ratschläge zur Verhütung von Mißgriffen erteilt. Der Stoff gelangt in nachstehenden Abschnitten zur Darstellung. 1. Prüfung des Rohglases auf seine Fehler (p. 7—10). — 2. Über das Schlämmen der Schleifmittel (p. 10—15). — 3. Herstellung der Lehren (p. 15—19). — 4. Herstellung der Schleifschalen (p. 19—23). — 5. Die gebräuchlichsten Kitte für optische Zwecke (p. 23—26). — 6. Das Glasschneiden (p. 26—30). — 7. Die Schleif- und Polierbänke (p. 30—38). — 8. Die Zentrierbank (p. 39—40). — 9. Das Schleifen und Polieren (p. 40—48). — 10. Über das Schleifen sphärischer Flächen (p. 49—57). — 11. Das Zentrieren (p. 57—60). — 12. Die Achromate (p. 61—65). — 13. Fernrohr-Objektive und Teleskop-Spiegel (p. 66—75). — 14. Über Brillengläser (p. 76—79). — 15. Planparallel-Spiegel und -Platten (p. 80—86). — 16. Glasprismen (p. 86—95). — 17. Die Kristalle: a) Einiges über die Härte verschiedener Kristalle, b) Die Prüfung auf Reinheit, c) Optische Eigenschaften einiger der wichtigeren Kristalle der praktischen Optik, d) Die gebräuchlichsten Polarisations-Prismen (p. 95—113). — 18. Die Bearbeitung der Kristalle unter Berücksichtigung ihrer optischen Eigenschaften: Die Bearbeitung von a) Kalkspat, b) Natronsalpeter, c) Quarz, d) Turmalin, e) Steinsalz und Alaun (p. 113—119). — 19. Über die Orientierung der Kristallschliffe (p. 119—120). — 20. Die Gesteinsdünnschliffe (p. 120—124). — 21. Anhang: a) Die Versilberung von Glas, b) Herstellung von Leinölkitt (p. 124—128).

Der Mineraloge, der entweder selbst Kristall-Präparate herstellt oder sie durch andere herstellen lassen will, findet in dem Werke zahlreiche nützliche Ratschläge, die in der einschlägigen mineralogischen Literatur z. T. gar nicht, z. T. nicht in der hier gebotenen Art erteilt werden. Von besonderer Wichtigkeit sind die Darlegungen in nachstehenden Kapiteln. Im Abschnitt 1 werden die Zerkleinerung, die Aufbewahrung der Schleifmittel, ihre Entfernung von der Schleifplatte, die Verhütung der Mischung von Schleifmitteln verschiedener Korngröße und die bei der Wahl der

Schleifmittel zu beachtenden Gesichtspunkte geschildert. Abschnitt 5 handelt von den zu benutzenden Kitten, der Dicke der aufzutragenden Kittschicht, der Herstellung und der Aufbewahrung der Kitte. Bei der Beschreibung des Glasschneidens wird über die Behandlung der Diamantscheibe, über andere Schneidewerkzeuge (Kreissäge, Uhrmachersäge, gespanntes Messingblech) und deren Anwendung beim Zerkleinern von Gips, Glimmer, Aragonit, Flußspat, Kalkspat, Steinsalz und Alaun gesprochen. Abschnitt 7 befaßt sich eingehend mit dem Bau von Schleif- und Polierbänken und wäre bei Anschaffungen derartiger Vorrichtungen zu Rate zu ziehen. Das Schleifen und Polieren ebener Flächen schildert Abschnitt 9 besonders eingehend, indem die Fertigstellung eines Glasprismas in ihm erläutert wird; ebenso gibt Abschnitt 15 wertvolle Aufschlüsse über die Behandlung derartiger Flächen. Was im Kapitel 16 über Glasprismen gesagt wird, bietet auch nützliche Winke für die Herstellung von Prismen aus anderen Substanzen. Aus dem für Mineralogen sehr wichtigen Abschnitt 17 seien die Erörterungen über die Prüfung der Reinheit der Kristalle und die eingehenden, durch Abbildungen ergänzten Beschreibungen der verschiedenen Arten von Polarisationsprismen hervorgehoben. Für jedes Prisma ist der mit seiner Herstellung verknüpfte Materialverlust angegeben, ebenso ist ersichtlich gemacht, wieweit eine bestimmte Prismenkombination für konvergentes Licht verwendbar ist. Abschnitt 18 vervollständigt die Angaben des Abschnittes 6 über die Zerkleinerung von Kristallen und schildert deren weitere Bearbeitung. Neben der Herstellung einzelner Gesteins-Dünnschliffe wird im 20. Abschnitt auch deren Massenerzeugung behandelt und ein Wärmeofen beschrieben, der beim Auflegen der Gesteinsbruchstücke auf die Objektträger benutzt wird. **Karl Schulz.**

Personalia.

Habilitiert: Dr. **Jan Versluys** für Hydrologie an der Technischen Hochschule in Delft (Holland).

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Kristallstruktur und chemische Valenz.

Von **J. Beckenkamp** in Würzburg.

Mit 10 Textfiguren.

L. Meyer[1] hat zuerst die Meinung ausgesprochen, daß bei den kristallisierten Körpern der Begriff des Moleküls sich nicht so scharf definieren lasse wie bei den Gasen.

Als regelmäßiges Punktsystem bezeichnet man ein solches, in welchem die Verteilung um jeden Massenpunkt dieselbe ist wie um jeden anderen. Die 65 regelmäßigen Punktsysteme Sohncke's setzten einen Kristall mit lauter kongruenten Bausteinen voraus, bestehend entweder aus je einem chemischen Molekül oder aus einem Vielfachen von solchen; doch waren nur die Schwerpunkte der Bausteine in Betracht gezogen und diese bildeten ein solches System, daß um jeden Punkt die Anordnung der übrigen dieselbe war wie um jeden anderen. Faßt man aber in einem solchen System die einzelnen Atome ins Auge, welche die Bausteine zusammensetzen, so ist keineswegs um jedes Atom die Anordnung aller anderen Atome des ganzen Systems dieselbe wie um jedes andere. Wohl aber bilden die analogen Atome aller Kristallbausteine für sich ein regelmäßiges Punktsystem. Sobald man also in der früheren Theorie die ein Kristallelement zusammensetzenden Atome als selbständige Bestandteile des Systems auffaßt und nicht mehr als Unterbestandteile eines Kristallbausteins, wenn man sie z. B., um dieser Selbständigkeit Ausdruck zu geben, weiter auseinanderrückt, so ist die frühere Theorie bereits in die „verallgemeinerte Theorie" übergegangen. Nach der erweiterten Theorie Sohncke's finden alle bekannten Kristallgestalten ihre unmittelbare Erklärung in der Struktur[2] und der Begriff des chemischen Moleküls und der Valenz ist dabei bedeutungslos geworden.

Groth definiert dementsprechend den kristallisierten Zustand in folgender Weise: „Ein Kristall ist ein homogener (d. h. in sehr kleinen Abständen periodisch gleich beschaffener) Körper, welcher aus den Atomen in der Art aufgebaut ist, daß deren Schwerpunkte (ruhend gedacht) ein aus einer Anzahl ineinander gestellter Raumgitter bestehendes regelmäßiges Punktsystem bilden". „Moleküle existieren nur in den amorphen Körpern (Gasen, Flüssigkeiten, Kolloiden)" [3].

---

[1] L. Meyer, Moderne Theorien der Chemie. 4. Aufl. 1883. p. 303.

[2] Vergl. J. Beckenkamp, Stat. u. kinet. Kristalltheorien. I. Teil. (Geometr. Eigensch. d. Kr.) Berlin 1913.

[3] Zeitschr. f. Krist. 1915. **54**. p. 73.

In einer weiteren Veröffentlichung[1] äußert sich GROTH wie folgt: „Die im Gase, der Schmelz- oder der gesättigten bezw. übersättigten Lösung vorhandenen Moleküle werden, sobald sie sich einander so nähern, daß sie richtende Kräfte aufeinander ausüben, eine dem Gleichgewichte dieser Kräfte entsprechende gegenseitige Orientierung annehmen, entweder die parallele oder, wenn ihrer Drehung größere Widerstände entgegenwirken (Viskosität der Lösung u. dergl.), eine sogen. Zwillingsstellung. Bei der nun erfolgenden Vereinigung von zwei und mehr Molekülen zu einer Kristallpartikel treten an Stelle eines Teils der bisherigen inneren Atomverbindungen solche zwischen den Atomen benachbarter Moleküle, um die unter den obwaltenden Verhältnissen (Temperatur, Druck) stabile Kristallstruktur zustande zu bringen. Offenbar muß es von der Struktur der betreffenden Moleküle abhängen, welche ihrer Atomverbindungen in dem neuen Gleichgewichtszustande erhalten bleiben und welche durch andere ersetzt werden. Daß in der Tat ein Teil der im Molekül vorhandenen inneren Bindungen auch in den Kristallbau übergeht, beweisen die mannigfachen, bisher erkannten Beziehungen zwischen der Struktur des chemischen Moleküls und der Kristallstruktur bezw. Kristallform". „Zunächst kommt hier in Betracht die Tatsache, daß zwei analoge Salze wie Kaliumsulfat und -Selenat, welche zweifellos eine übereinstimmende chemische Struktur besitzen, auch eine Übereinstimmung ihrer Kristallstruktur und infolgedessen ihrer Kristallform zeigen, wie es durch die Entdeckung der Isomorphie von MITSCHERLICH nachgewiesen wurde. Ein zweiter für das Fortbestehen intramolekularer Atombindungen in der Kristallstruktur sprechender Umstand ist der, daß die letztere und somit auch die Kristallform in vielen Fällen Symmetrieverhältnisse zeigt, welche unzweifelhaft schon im Molekül vorhanden waren, z. B. eine trigonale Hauptachse bei Substanzen, deren Konstitutionsformel einen deutlich drei- oder sechszähligen Charakter hat, wie Al_2O_3, Fe_2O_3, $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, $As(SAg)_3$, $NaNO_3$, $CaCO_3$, $MgSiF_6 \cdot 6H_2O$, CHJ_3, $NH(C_2H_5)_3J$, $C_6H_3(COOC_2H_5)_3$ u. a. Enthält eine Verbindung ein oder mehrere asymmetrische Kohlenstoffatome und existiert sie daher in zwei Arten von Molekülen, welche zueinander im Verhältnisse der Enantiomorphie stehen, so überträgt sich dieser Charakter stets auch auf die Kristallstruktur und es entstehen aus ihnen zweierlei, nicht deckbar, sondern nur spiegelbildlich gleiche Strukturen bezw. Kristallformen (PASTEUR'sches Gesetz)".

In den Strukturbildern von W. H. und W. L. BRAGG sind in der Tat keine Moleküle mehr zu erkennen[2]. Fig. 1 stellt z. B. nach W. L. BRAGG die Struktur des NaCl und des KCl dar,

[1] Über Ringbildung und Kristallstruktur. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 1914. **47**. p. 2063.

[2] Zeitschr. f. Krist. 1915. **54**. p. 67.

wenn man etwa die für sich ein vierfach-kubisches Gitter darstellenden (vollen) Punkte als die Schwerpunkte der Cl-Atome und die für sich ebenfalls ein vierfach-kubisches Gitter darstellenden Ringe als die der Na- bezw. K-Atome betrachtet. Da beim KCl der Unterschied zwischen den Atomgewichten von K und Cl nur gering ist, so hat das BRAGG'sche Strukturbild des Sylvins mit großer Annäherung die Eigenschaften eines einfach-kubischen[1] Gitters. Es läßt sich in der Tat aus dem BRAGG'schen Bilde (Fig. 1) nicht ersehen, ob z. B. das die Mitte des dargestellten

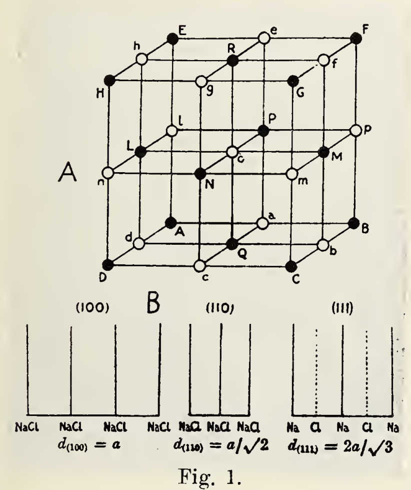


Fig. 1.

A. Anordnung der Atome beim Steinsalzkristall. Die (vollen) Punkte mögen Cl-Atome, die Ringe Na- bezw. K-Atome darstellen. B zeigt die Art der Besetzung und die Abstände der mit Atomen besetzten Schichten. (Nach W. L. BRAGG.)

Kubus einnehmende Na-Atom c zu dem Cl-Atom L oder M, N, P, Q oder R gehört; es ist also nach diesem Strukturbilde völlig unbestimmt, welche benachbarten Na- und Cl-Atome ein chemisches Molekül bilden. Die höhere Symmetrie der BRAGG'schen Bilder von Steinsalz und Sylvin spricht anscheinend allerdings gegen die Möglichkeit einer Valenz zwischen zwei bestimmten Na- und Cl-Atomen, vorausgesetzt, daß 1. die BRAGG'schen Bilder tatsächlich die Anordnung der Gesamtheit der Atome angeben und daß 2. die untersuchten Steinsalzplatten tatsächlich wie BRAGG voraussetzt, homogen waren. BRAGG leitet für KCl die gleiche Struktur ab wie

[1] In J. BECKENKAMP, Stat. u. kinet. Kristallth. II. Teil, Kristalloptik, Berlin 1915, p. 633 Zeile 18 v. o. steht statt dessen durch ein Versehen: „doppelt-kubisch".

für NaCl, und doch kristallisiert KCl nicht holoedrisch, sondern pentagonikositetraedrisch[1].

Im Gegensatze zu den Bragg'schen Strukturbildern sprechen die vom Verfasser abgeleiteten Bilder nicht gegen die Existenz von chemischen Molekülen.

Stellen in Fig. 2 die Mittelpunkte der weißen Kugeln den Schwerpunkt je eines Si-Atoms dar und liegen auf den kurzen weißen Stäben beiderseits vom Mittelpunkte gleichweit entfernt je

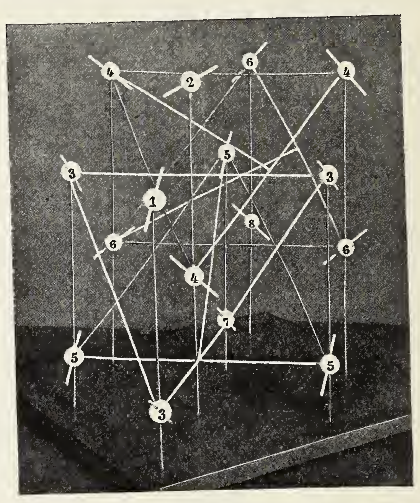


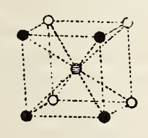
Fig. 2.

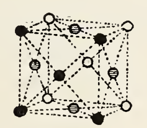
Anordnung q_R von Massenelementen mit einer bevorzugten Richtung nach dem doppelt-kubischen Gitter. Die bevorzugte Richtung wechselt nach den vier Oktaedernormalen; von denjenigen oktaedrischen Schichten, welche zu der von vorn oben nach rückwärts unten laufenden Oktaedernormalen senkrecht stehen, sind die Schichten 4, 5, 6 monoklin und im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers gegeneinander um 60° gedreht; die Schicht 3 ist hexagonal. Die Gesamtanordnung wäre regulär, doch ist nur die vertikale Achse eine zweizählige Schraubenachse.

ein Schwerpunkt eines O-Atoms, so gibt die Figur die von ihm abgeleitete Struktur des Quarzes. Für den Abstand je eines O-Atomes vom Si-Atom läßt sich zur Zeit zwar keine bestimmte Angabe machen; die Stäbe geben deshalb nur die Richtung an, in welcher die O-Atome zu ihrem Si-Atom liegen. Geht man in der Richtung eines Stabes bis zum nächsten Si-Atom, teilt den Abstand zwischen den beiden Si-Atomen in fünf Teile und trägt

[1] Vergl. P. Groth, Chemische Krist. 1906. 1. p. 178.

von dem ersten Si-Schwerpunkte aus zwei Teile auf dem Stabe ab, so liegt hier der Schwerpunkt eines O-Atomes, wenn der Abstand zwischen den Si- und O-Atomen des Quarzes der gleiche ist wie zwischen den Fe- und S-Atomen des Pyrits. Je eine Kugel mit dem sie durchsetzenden Stabe deutet somit ein chemisches Molekül SiO_2 an. Die Schwerpunkte dieser Moleküle bilden ein doppeltkubisches Raumgitter (Fig. 3). Unterdrückt man in Fig. 2 alle Moleküle bis auf diejenigen, deren Achsen parallel sind, so erhält man ein vierfach-kubisches Gitter (Fig. 4). Das doppelt-kubische Gitter der Fig. 2 besteht somit aus vier sich gegenseitig durchdringenden vierfach-kubischen Gittern. Betrachten wir ein solches


Fig. 3


Fig. 4.

vierfach-kubisches Gitter, so erhält man die Lagen der O-Schwerpunkte durch einfache Schiebung aus den Lagen der Si-Schwerpunkte. Das vierfach-kubische System der einander parallel gestellten chemischen Moleküle kann also auch aufgefaßt werden als die Vereinigung von drei einander kongruenten vierfach-kubischen Gittern, von welchen das eine die Schwerpunkte von Si-Atomen, die beiden anderen die Schwerpunkte von O-Atomen darstellen. Indem wir nun die vier ineinander gestellten vierfach-kubischen Gitter in gleicher Weise auffassen, zerlegen wir das doppeltkubische Gitter der Molekülschwerpunkte in eine Anzahl von vierfach-kubischen Gittern der Atomschwerpunkte.

Das von Sohncke und Bragg für den Quarz abgeleitete System der Si-Atome bildet von diesem, vom Verf. schon vor Bragg entwickelten System der Si-Atome nur ein bevorzugtes Teilsystem.

In einer früheren Mitteilung [1] wurde vom Verfasser nachzuweisen versucht, daß die Kräfte, welche die Atome im Molekül zusammenhalten, von der gleichen Art sein müssen wie diejenigen, welche die Moleküle im Kristallverbande halten. Es sind dies die geometrischen Verhältnisse der Wirkungsweiten der betreffenden Bauelemente und die Elektroaffinität. Aus Beziehungen der Achsenverhältnisse zu den Atomgewichten und den Molekularvolumina der Dioxyde der vierten Reihe des periodischen Systems der Elemente schließt er [2], daß von den Atomen Schwingungen ausgehen, deren Wellenlängen eine Funktion des Atomgewichts und von der Größen-

[1] Zeitschr. f. Krist. 1906. **42**. p. 448.
[2] Sitz.-Ber. d. phys.-med. Ges. Würzburg. 1911. p. 112 (Sep.-Abdr. p. 38).

ordnung der Wellenlängen der Röntgenstrahlen sind. Durch Interferenz dieser Wellen ergibt sich die gegenseitige Lagerung der Atome sowohl im Moleküle als auch im Kristall.

Bei der Untersuchung der Mineralien der Rutilreihe[1] kam Verf. zu der Vermutung, daß der Ausdruck $R_n = \sqrt[n]{A_x} \, A_o$, worin n eine für die Reihe des periodischen Systems geltende Ordnungszahl, A_x das Atomgewicht des betreffenden Elementes und A_o das des Sauerstoffs bedeuten, die Atomabstände des betreffenden Elements darstelle; der Radius des primären Atombereichs des Sauerstoffs kann gleich 1 gesetzt werden.

Diese Beziehung zwischen Atomgewicht und relativem Abstande zwischen den gleichartigen Atomen wurde auch bei den Mineralien der Calcitgruppe (und bei vielen anderen) bestätigt. Sie führt zu der Hypothese, daß das Atom aus gleichartigen Bausteinen — Uratomen — besteht, welche gleichartige Schwingungen aussenden; der Phasennullpunkt der Schwingungen folgt bei den einzelnen Uratomen in gleichen Zeitabständen nacheinander. Die Schwingungszahl einer vom Schwerpunkte des Atoms ausgehenden resultierenden (Summations-) Schwingung müßte dann proportional mit dem Atomgewichte sein. Die obige Beziehnung deutet aber an, daß n-Atomteile (oder wohl richtiger ein Multiplum von n-Atomteilen) mit gleicher Phase schwingen.

Setzen wir n für O, N und Cl gleich 1, für K gleich 2, dann verhalten sich nach dieser Formel die Wirkungsweiten von Na und Cl wie 3,08 : 2, also annähernd wie 3 : 2 = 1 : 0,666. Das Verhältnis 2 : 3 steht dem Verhältnisse 0,7071 : 1 der Punktabstände in der Richtung der Granatoedernormalen g und der Hexaedernormalen h näher als irgend ein anderes einfaches Verhältnis und kommt wohl deshalb in der Kristallwelt häufig vor. Wirkt z. B. das Cl-Atom vorwiegend in der Richtung der Granatoedernormalen, so paßt die Wirkungsweite des Natriumatoms annähernd für die Richtung der Hexaedernormalen. Wegen der nahen Beziehung 2 : 3 stören sich aber beide Atomarten auch nicht, wenn sie in einer und derselben Richtung wirken. Nehmen wir z. B. an (Fig. 5), $Cl_1 k_{Cl}$ und $Cl_2 k_{Cl}$ seien die normalen Wirkungsweiten des Chloratoms in der Richtung einer Hexaedernormalen und $Na_1 k'_{Na}$ sowie $Na_2 k''_{Na}$ die normalen Wirkungsweiten des Natriumatoms in der gleichen Richtung. Reduzieren wir den normalen Abstand Cl_1—Cl_2 des Cl-Atoms auf die Hälfte, den des Natriums Na_1—Na_2 auf ein Drittel, d. h. auf $Cl_1 k_{Cl}$ und $Cl_2 k_{Cl}$ sowie $Na_1 k'_{Na}$, $k'_{Na} k''_{Na}$ und $Na_2 k''_{Na}$, dann wäre bei k_{Cl} Platz für ein drittes Cl-Atom, bei k'_{Na} und bei k''_{Na} Plätze für zwei weitere Na-Atome. Bei dem Bragg'schen Bilde sind nun auf zwei in der

[1] Zeitschr. f. Krist. 1906. 42. p. 449.

gleichen Hexaederebene liegenden benachbarten Netzlinien in der Richtung der Hexaedernormalen h diese Punkte tatsächlich so besetzt wie in der dritten und vierten Reihe angedeutet ist. Wäre das Verhältnis der beiden Wirkungsweiten genau gleich 2 : 3, dann würden Na-Atome genau den Stellen gegenüber liegen, an welchen in der Reihe der Cl-Atome eine entsprechende Stelle für ein Cl-Atom vorhanden wäre, die aber nicht mit einem solchen besetzt ist. Wäre also das Verhältnis genau erfüllt, dann wäre die Anordnung genau regulär-holoedrisch. Da nun aber $Cl_2\,k_{Cl}$ ein wenig kleiner ist als $Na_1\,k'_{Na}$, so muß die Einschaltung des Systems der Na-Atome in das der Cl-Atome eine Störung der regulär-holoedrischen Symmetrie nach sich ziehen. Würden sich die Na-Atome infolge dieser Störung derart verschieben, daß das Gesamtsystem keine Symmetrie mehr besäße, dann gäbe es im allgemeinen 48 verschiedene Arten der Lagen der Na-Atome, welche sämtlich gleich möglich sind. Die

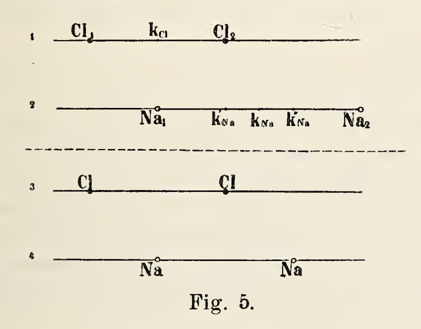


Fig. 5.

streng genommen trikline, aber pseudoreguläre Anordnung kann durch Zwillingsbildungen, bei welchen die Symmetrieelemente der regulär-holoedrischen Klasse Zwillingselemente werden, kompensiert werden, und wenn der Abstand der aufeinanderfolgenden Moleküle der homogenen Teile nicht größer ist als 10 000 Moleküldurchmesser, dann kann man einen derartigen Zwilling durch kein Mittel von einem regulär-holoedrischen Kristall unterscheiden.

Der Habitus der NaCl-Kristalle ist gewöhnlich würfelig, meist ohne andere Flächen, selten oktaedrisch. Der Habitus der KCl-Kristalle ist ebenfalls gewöhnlich würfelig, jedoch haben die Kristalle von Staßfurt meist auch das Oktaeder und nicht selten die Oktaeder- und Würfelflächen gleich groß entwickelt. Die Oktaederflächen scheinen also beim Sylvin etwas mehr begünstigt zu sein als beim Steinsalz. Mehr noch wie aus der Ausbildung der Flächenformen geht die Bevorzugung des Oktaeders beim Sylvin aus dessen piezo-optischem Verhalten [1] hervor. Dem entspricht

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Über die Struktur von Steinsalz, Sylvin und Flußspat. Zeitschr. f. Krist. 1901. **34.** p. 605 ff.

das Verhältnis der Radien der Atombereiche des K zu denen des Cl gleich 7,17 : 4, also annähernd 6,928 : 4 = 1 : tg 30°. Wirkt also das Chloratom hauptsächlich in der Richtung der Granatoedernormalen g, so paßt der Radius des Atombereiches von K fast genau zu dem Abstande in der Richtung der Leucitoedernormalen l und ähnlich wie bei NaCl können auch bei KCl und zwar hier infolge des einfachen Verhältnisses 4:7 K und Cl auch in der gleichen Richtung wirken, ohne sich gegenseitig beträchtlich zu stören.

Die Spaltbarkeit nach den Würfelflächen spricht dafür, daß bei beiden Mineralien die Zwillingsverwachsung nach den Würfelflächen stattfindet. Nehmen wir an, daß in beiden Fällen das System der Chloratome über die Zwillingsgrenzen hinaus homogen bleibe, so setzen die schwereren K-Atome einer Störung ihrer homogenen Anordnung einen größeren Widerstand entgegen als die leichteren Na-Atome; denn die quasi homogene Masse des NaCl zeigt regulär-holoedrische, die des KCl nur pentagonikositetraedrische Symmetrie.

Nach dieser Auffassung gibt die regulär-holoedrische Anordnung des Bragg'schen Bildes nur eine mittlere Lage des Alkaliatoms an; in den submikroskopischen homogenen Teilen kann die Anordnung nur pseudoregulär sein.

Zu einem ähnlichen Resultat kommt neuerdings J. Stark [1] auf Grund seiner Theorie der Elektroaffinität. Er bemerkt: „Der Satz, daß ‚Moleküle in den Kristallen nicht existieren', kann darum keinesfalls allgemein in dem Sinne gültig sein, daß in Kristallen keine innermolekulare Bindung oder kein chemisches Molekül mehr zu unterscheiden sei. Will man für Kristalle wie Steinsalz jenen Satz gelten lassen, für Kristalle organischer Verbindungen dagegen nicht, so entsteht folgende schwierige Frage: Warum soll eine chemische Bindung zwischen den Atomen in jenem Falle nicht bestehen, wenn doch die Wärmetönung der Bildung von NaCl aus Na und Cl für das Paar sich absättigender Valenzen von derselben Ordnung ist wie für die C-H oder C-C-Bindung?" „Es muß von einer Valenzhypothese, welche uns die innermolekulare Anordnung von Atomen zu beschreiben ermöglicht, verlangt werden, daß sie von selbst und ohne Mitwirkung neuer Hypothesen Aufklärung bringt über die Zusammenlagerung von Molekülen in Aggregaten. Diesem Verlangen wird unsere Valenzhypothese mühelos gerecht." „Sie ergibt nämlich die Folgerung, daß in den Kristallen elektrolytischer Moleküle, z. B. im Steinsalz, als Punkte des Kristallgitters nicht neutrale Atome, sondern positive und negative Ionen einzuführen sind."

[1] „Neuere Ansichten über die zwischen- und innermolekulare Bindung in Kristallen". Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik. 1915. **12.** p. 280 ff.

„Bei dem elektropositiven Atom (Fig. 6) ist das Valenzelektron weit von der positiven Fläche entfernt; bei dem elektronegativen Atom (Fig. 7) ist es ihr näher und hat stark gekrümmte Kraftlinien. Zudem ist angenommen, daß es beim elektropositiven Atom entlang der positiven Fläche kräftefrei verschoben werden kann, während es beim elektronegativen Atom an eine bestimmte Ober-

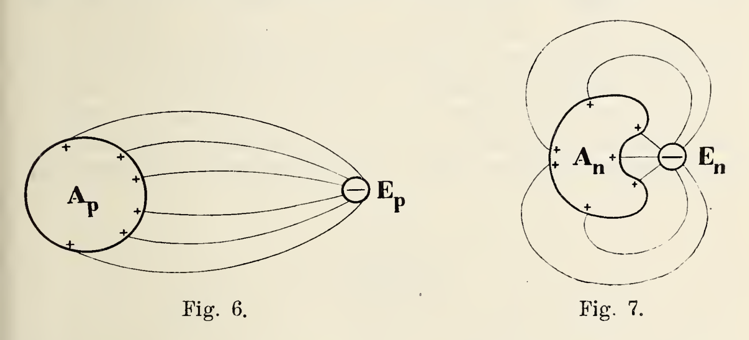


Fig. 6. Fig. 7.

flächenstelle durch rücktreibende Kräfte gebunden ist; dieser Unterschied ist zeichnerisch dadurch zum Ausdruck gebracht, daß die positive Fläche des elektronegativen Atoms gegenüber ihrem Valenzelektron eingebuchtet, diejenige des elektropositiven Atoms dagegen kugelförmig ohne ausgezeichnete Stelle ist". „Die Bindung zwischen einem elektropositiven und einem elektronegativen Atom in einem chemischen Molekül außerhalb der zwischenmole-

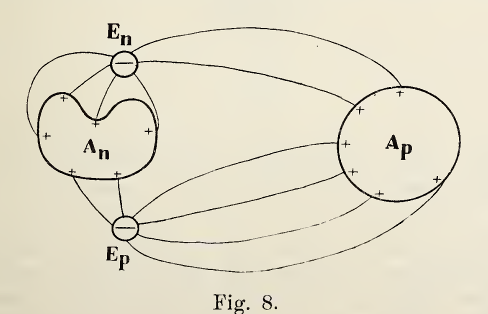


Fig. 8.

kularen Bindung ist in Fig. 8 dargestellt. Das elektronegative Atom A_n hat das Valenzelektron E_p des elektropositiven Atoms A_p dicht an seine positive Fläche herangeholt; E_p hat von A_n einen kleineren Abstand als von A_p. Wir können demnach das A_n—A_p in räumlicher Hinsicht als eine Koppelung eines positiven (A_p) und eines negativen Bestandteils [E_n—(A_n—E_p)] auffassen, deren Abstand erheblich größer ist als ihr Durchmesser."

Bei dem einfach-kubischen Raumgitter soll nun jede Netzlinie parallel zur Würfelnormalen abwechselnd mit positiven und negativen Massenteilen in gleichen Abständen besetzt werden. Dabei wird „ein jedes Ion in drei senkrecht zueinander stehenden Achsen mit sechs entgegengesetzt geladenen Ionen gleich stark gebunden.“ „W. H. und W. L. Bragg sprechen freilich nicht von Na- und Cl-Ionen, sondern von Atomen.“ Wenn aber die Theorie „nicht neutrale Atome, sondern positive und negative Atomionen im Kristallgitter anordnet, so wird der Chemiker ebenfalls mehr dieser als jener Auffassung zuneigen. Denn daß neutrale Na- und Cl-Atome in der angegebenen Weise sich anordnen lassen, ohne in eine wechselseitige Bindung zu treten, welche die Eigenschaften der einzelnen neutralen Atome verschwinden läßt, wird ihm ent-

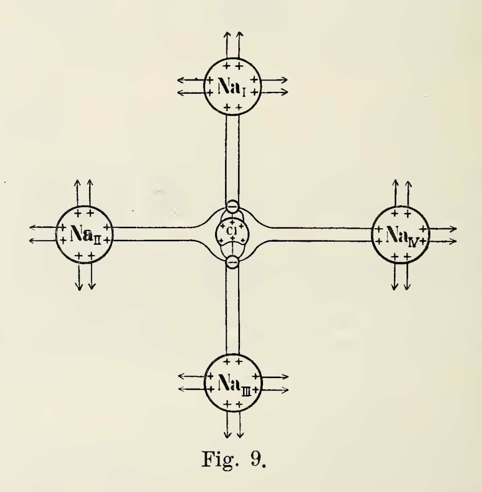


Fig. 9.

schieden wider das Gefühl gehen. Und es wird ihm Schwierigkeiten machen, sich vorzustellen, daß in einem Kristall von der Art des Steinsalzes jedes Kennzeichen verschwunden sein soll, welches die Einordnung der Atome in Moleküle ermöglichte.“

„In Fig. 9 sind in einer Ebene durch ein Cl-Ion und vier benachbarte Na-Ionen die Teilvalenzfelder zwischen jenem und diesen eingezeichnet. Wie man sieht, hat die positive Fläche des Cl-Atoms außer seinem eigenen Valenzelektron, das gegenüber von deren Einbuchtung liegt, von Seite eines benachbarten Na-Atoms (Na_I) ein Valenzelektron dicht an sich herangeholt. Infolge der zwischenmolekularen Bindung im Kristallgitter ist freilich die innermolekulare Bindung zwischen Na_I und Cl gegenüber der Bindung im vereinzelten NaCl-Molekül, wie sie durch Fig. 8 dargestellt wird, stark geändert. Immerhin aber läßt sich aus der Lage der Valenzelektronen entnehmen, daß Na_I und Cl zu einem chemischen

Molekül innerhalb des Kristallgitters miteinander verbunden sind. Und wie zu Na_I, so gehört auch zu jedem der drei anderen eingezeichneten Na-Ionen je ein Cl-Ion als Radikal eines chemischen Moleküls."

Stark nimmt an, „daß bei den elektronegativen Elementen die Valenzelektronen an bestimmten Stellen der positiven Atomflächen durch rücktreibende Kräfte festgehalten werden." „Wie an der Hand der Fig. 9 leicht zu ersehen ist, befindet sich das Cl-Ion in einer stabilen Gleichgewichtslage, wenn seine elektrische Hauptachse (Achse durch zwei Valenzelektronen und seinen Mittelpunkt) in die Achse Na_I—Na_{III} oder in die zwei dazu senkrecht stehenden Achsen fällt; wird seine Achse um einen kleinen Winkel aus diesen Achsen herausgedreht, so tritt eine rücktreibende Drehkraft in Wirkung. Bildet die Achse des Cl-Ions einen Winkel von 45^0 mit einer der drei Hauptachsen des Kristalls, so befindet sie sich ebenfalls in einer Gleichgewichtslage, aber diese ist nunmehr labil; bei einer kleinen Abweichung von ihr begibt sie sich von selbst in eine der drei Hauptachsen. Um die Achse des Cl-Ions aus einer stabilen in eine labile Gleichgewichtslage zu drehen, ist ein gewisser Betrag von Arbeit notwendig. Infolge des thermischen Zustandes haben wir uns die Cl-Ionen beständig in Drehschwingungen um die Hauptachse des Kristalls zu denken; wird die Energie dieser Schwingung des einzelnen Cl-Ions größer als jener Arbeitsbetrag, so vermag seine Achse bis zur labilen Gleichgewichtslage zu schwingen und darüber hinaus nach einer anderen Hauptachse als neuer Gleichgewichtslage zu klappen. Dieser Fall wird in ungeordneter Weise bald an dem einen, bald an dem anderen Cl-Ion eintreten. Infolge des thermischen Zustandes bleibt also an einem jeden Cl-Ion das einem Na-Atom entrissene Valenzelektron nicht dauernd demselben Na-Ion gegenüber stehen, sondern wechselt in seiner Stellung gegenüber 6 verschiedenen Na-Ionen. So hält zwar innerhalb der Kristallstruktur ein jedes Cl-Ion dauernd dasselbe fremde Valenzelektron an sich fest, dagegen kann es nicht dauernd mit demselben Na-Ion zu einem chemischen Molekül zusammengefaßt werden."

In jedem kurzen Zeitmoment zerfällt somit nach der Starkschen Annahme der Kristall in bezug auf die Orientierung der Molekülachse in verschiedene Komplexe, welche zueinander in Zwillingsstellung sich befinden. Jeder einzelne Komplex müßte infolge der Bevorzugung einer der drei Hauptachsen tetragonal-hemimorphe Symmetrie haben. Infolge der isomorphen Mischung dieser submikroskopischen Komplexe kommt dann eine quasi homogene Masse mit regulär-holoedrischer Symmetrie zustande.

Daß thermische Änderungen (Temperaturerhöhungen) Zwillingsbildungen zur Folge haben können, ist bekannt; bei gleichbleibender Temperatur hat indessen die Beobachtung bisher wenigstens keine

derartigen Änderungen der Orientierung nachgewiesen. Die Annahme einer fortwährenden Änderung der gegenseitigen Orientierung der Komplexe ist aber auch nicht erforderlich zur Erklärung der regulär-holoedrischen Symmetrie. Beschränkt man die Änderung der Orientierung auf eintretende Temperaturänderungen, dann deckt sich die von Stark abgeleitete Erklärung mit der vom Verfasser schon seit vielen Jahren vertretenen Auffassung, daß die Kristalle im allgemeinen als Zwillinge von submikroskopischen Partikeln mit niedrigerer Symmetrie aufgebaut sind. (Vergl. Fig. 10. An Stelle des mittleren Cl-Atoms könnte auch ein nicht mit einem Atome besetzter Knotenpunkt gedacht werden.) Die Tatsache, daß bei dem Bragg'schen Strukturbilde die chemische Valenz nicht zum Ausdrucke kommt, kann auch nach dieser Auffassung die Möglichkeit einer chemischen Valenz zwischen je einem Na- und Cl-Atom nicht ausschließen.

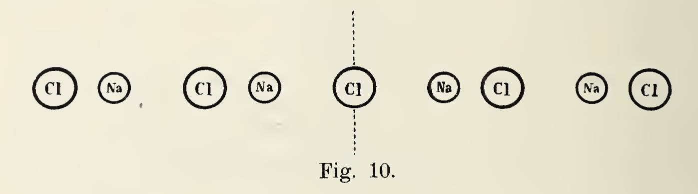


Fig. 10.

Läßt man Röntgenstrahlen ein inniges Aggregat von sehr kleinen Kristallfragmenten durchsetzen, so superponieren sich die Interferenzpunkte, welche man von jedem einzelnen Fragment erhalten würde. Die Abweichungen der einzelnen Fragmente des Steinsalzes und des Sylvins von der holoedrisch-regulären Symmetrie sind jedenfalls nur gering, und die Interferenzpunkte der einzelnen Partikeln können deshalb räumlich nur wenig voneinander abweichen. Es scheint daher nicht ausgeschlossen, daß die Interferenzflecken der Laue'schen Bilder die Summe der Interferenzpunkte einer Anzahl nur wenig voneinander verschieden orientierter Partikel darstellen.

Die vom Verfasser gemachte Voraussetzung, daß die Punkte des doppelt kubischen Gitters beim Quarz die Schwerpunkte der Si-Atome darstellen, führt im Zusammenhang mit der p. 102 angeführten Formel $R_n = \frac{n}{A_x} A_o$ zu einer Schwierigkeit bezüglich der Kurven der Atomvolumina des periodischen Systems der Elemente. Nach dieser Formel sollte man erwarten, daß in allen horizontalen Reihen des periodischen Systems das Atomvolumen mit steigendem Atomgewicht abnehme. Bekanntlich nimmt aber das Atomvolumen abwechsend in einer Reihe zu, in der anderen ab.

Eine große Reihe nicht regulärer kristallisierter Körper, z. B. Quarz, Kalkspat, Feldspat usw., zeigt unverkennbare Beziehungen

zur regulären Syngonie. Wir müssen deshalb auch wohl bei diesen ein reguläres Punktsystem zugrunde legen. Dieses reguläre Punktsystem muß aber nicht notwendig das System der Schwerpunkte der Atome sein.

Nehmen wir an, daß das System der Si-Schwerpunkte der Atome identisch sei mit dem System der früher als bevorzugt bezeichneten Punkte (eines Dreipunktschraubensystems), so kann sich zwischen diesen ein System stehender Wellen bilden, dessen Knotenpunkte identisch sind mit den früher für die Schwerpunkte der Si (bei SiO_2) und der Fe (bei FeS_2) angenommenen Stellen. Diese Knotenpunkte bilden dann also bei Quarz, Tridymit und Pyrit ein doppelt kubisches Gitter. Da das System der O-Atome beim Quarz aus zwei Systemen besteht, von welchen jedes dem der Si kongruent sein muß, so kann sich innerhalb eines jeden Systems der O-Atome dasselbe System von Knotenpunkten bilden wie zwischen dem System der Si-Schwerpunkte. Da aber R_n für Si und für O im Verhältnisse von $tg\ 30^0 : 1$ stehen, so werden sich die zu ersteren gehörigen Wellen vorwiegend in der Richtung der Granatoedernormalen g, die zu letzteren gehörigen vorwiegend in der Richtung der Leucitoedernormalen l bilden. Das System der zu Si gehörigen Knotenpunkte hat zu dem System der zu O gehörigen Knotenpunkte die gleiche Lage, wie sie früher für die gegenseitige Lage der betreffenden Atomschwerpunkte angenommen wurde. Diese gegenseitige Lage hat bei Quarz (nicht aber bei der Anordnung von Fe und S bei FeS_2) optische Drehung zur Folge, und zwar nicht nur für Strahlen, welche parallel zur Hauptachse durch den Quarz gehen, sondern auch, der tatsächlichen Beobachtung entsprechend, für solche Strahlen, welche senkrecht dazu verlaufen.

Das von Sohncke und Bragg abgeleitete System vermag weder die durch die Beobachtung festgestellte optische Drehung des Quarzes für Strahlen senkrecht zur Hauptachse noch die bei der Annahme des Verfassers zum Ausdruck kommenden Beziehungen in der Anordnung von FeS_2 und SiO_2 zu erklären. Die stärkere optische Drehung für Strahlen parallel zur Hauptachse ist wohl auf die Anordnung der Atome zurückzuführen.

Wie beim KCl, so hat auch bei der kristallisierten Kieselsäure die unvollkommene Erfüllung der theoretischen Beziehung zwischen R_{Si} und R_O eine wahrnehmbare Störung der Symmetrie zur Folge, so daß die homogene Masse derselben optisch zweiachsig ist (Quarzin und α-Tridymit)[1]. Auch die durchaus sichergestellte Hemimorphie von Quarz und Tridymit kann sowohl auf diese Ursache, oder aber auch auf azentrischen Bau der Atome zurückgeführt werden.

---

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 588.

Eine der früher vorausgesetzten Anordnung der chemischen Moleküle entsprechende räumliche Beziehung (vergl. p. 100) kommt nach dieser Deutung zwischen den Knotenpunkten des Si-Systems (bezw. Fe-) und den nächst benachbarten Knotenpunkten der beiden O- (bezw. S-) Systeme zum Ausdruck.

Nehmen wir an, daß ein Atom aus einzelnen kleineren Bestandteilen (Uratomen) aufgebaut sei, so muß der Zusammenhang zwischen den Uratomen durch dieselben Kräfte vermittelt werden wie der Zusammenhang der Atome im Molekül und der Moleküle im homogenen Kristall. In denjenigen horizontalen Reihen des periodischen Systems der Elemente, in welchen das Atomvolumen mit dem Atomgewicht abnimmt, überwiegt der Einfluß von R_n, welches nunmehr die Seitenlängen der Maschen des regulären Gitters bestimmt; dagegen in den anderen Reihen überwiegt der Einfluß der Vermehrung der Anzahl derjenigen Elementarmaschen des Gitters, welche zum unmittelbaren Bereich des Atoms gehören.

Über eine neue Art des Genus Gymnites (G. spiniger) aus dem bosnischen Muschelkalk.

Von **C. Diener** in Wien.

Mit 1 Textfigur.

Bei einer Durchsicht des von dem verstorbenen Direktor der Geol. Paläontol. Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien, E. Kittl, auf seinen Reisen in Bosnien gesammelten, zum größten Teil noch unbearbeiteten Fossilmaterials fiel mir ein Exemplar eines *Gymnites* durch die Anwesenheit eines wohlerhaltenen Stachels in der Medianlinie des Externteiles auf. Da ein solches Merkmal mir bisher an keinem triadischen Ammoniten zur Beobachtung gekommen war, erbat ich mir das Stück von dem derzeitigen Leiter jener Abteilung, Prof. F. X. Schaffer, zur näheren Untersuchung. Die Ergebnisse der letzteren, illustriert durch die nebenstehende photographische Reproduktion einer Seitenansicht unseres Ammoniten, lege ich hier den Fachgenossen vor.

Das meiner Beschreibung zugrunde liegende Exemplar stammt aus dem Muschelkalk (Bulogkalk der anisischen Stufe) von Blizanać in der Trebević-Gruppe bei Sarajevo und stimmt in allen äußeren Merkmalen seines Gehäuses mit typischen Vertretern des in den Bulogkalken Bosniens überaus häufigen [1] *Gymnites incultus* Beyrich (Über einige Cephalopoden aus dem Muschelkalk der Alpen etc. Abhandl. phys. Klasse d. kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1866/67.

[1] Vergl. F. v. Hauer, Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog etc. Denkschr. k. Akad. d. Wiss. Wien. **54**. 1887. p. 34.

p. 132. Taf. III Fig. 1)[1] so genau überein, daß nur der Besitz des erwähnten Stachels mich von einer direkten Identifizierung mit Beyrich's Art abhalten könnte. Die Dimensionen unseres Exemplars sind die folgenden:

Durchmesser	78 mm
Höhe der Schlußwindung	23 „
Dicke der Schlußwindung	16,5 „
Nabelweite	35 „



Gymnites spiniger Dien. aus dem Muschelkalk (Bulogkalk) von Blizanać (Bosnien). Seitenansicht.
Nach einer Photographie von Frl. Lotte Adametz (Wien).

In der unmittelbaren Nähe des Peristoms, das mit Rücksicht auf seine unregelmäßige, durch Gesteinsbrüche gebildete Umgrenzung keinesfalls mit dem ursprünglichen Mundrand des Gehäuses zusammenfällt, macht sich eine deutliche Ausschnürung (Egression) der Schlußwindung bemerkbar, so daß der vorletzte Umgang von dem letzten am Peristom erheblich weniger weit umhüllt wird als in den vorangehenden Wachstumsstadien. Auch dieses Merkmal ist an erwachsenen Exemplaren des *Gymnites incultus* gelegentlich zu beobachten.

[1] Vergl. auch E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden d. Mediterr. Triasprovinz. Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst. **10**. 1882. p. 233. Taf. LIV Fig. 1—3.

Genau im Abstand eines halben Umganges vom Peristom erhebt sich in der Medianebene des Externteils auf der hier über dem Steinkern erhaltenen Schale ein schlanker Dorn oder Stachel. Seine Basis weist einen Durchmesser von 4,5 mm auf, seine Höhe beträgt 7 mm, entsprechend einer Windungshöhe von 18 mm. Seine Spitze ist ein wenig nach vorwärts gerichtet, so daß der vordere Abfall steiler erscheint als der hintere. Die äußerste, leicht abgerundete Spitze hängt sogar ganz schwach nach vorne über. Auf der in der Illustration dargestellten Seite ist die Schale des Dorns abgebrochen. Sie scheint sehr dünn gewesen zu sein, zarter als an den übrigen Teilen des Gehäuses. Der Dorn war ohne Zweifel hohl, doch vermochte ich keine Gewißheit darüber zu gewinnen, ob er an der Basis durch die Schale des Externteils abgekammert oder offen blieb.

Außer diesem auf den ersten Blick ins Auge fallenden Dorn trug unser Ammonit noch einen zweiten Stachel (*b* der nebenstehenden Illustration), der jedoch nahe der Basis abgebrochen ist, so daß von ihm nur Spuren erhalten sind. Die basale Erweiterung dieses zweiten, dem Peristom nahe gelegenen Stachels fällt — ebenso wie jene des ersten Stachels (*a*) — mit einer sehr geringen Auftreibung der Schale in der Externregion zusammen. Dieser Auftreibung folgt in der Richtung gegen das Peristom eine sehr schwache Einschnürung der Schale, deren sigmoider Verlauf genau mit jenem der Anwachsstreifen übereinstimmt.

Fragt man nach der Bedeutung der beiden auffallenden Dornen oder Stacheln, so sind bei einer Beantwortung dieser Frage die folgenden Gesichtspunkte im Auge zu behalten.

Die Hauptmasse der Gymniten gehört zu den ganz oder fast ganz skulpturlosen Ammoniten, deren Schale glatt bleibt. Bei einigen Arten stellen sich mehr oder weniger kräftige, plumpe Rippen auf den Seitenteilen vollständig erwachsener Individuen (*Gymnites obliquus* Mojs., *G. Palmai* Mojs.) oder zarte Knotenspiralen (*G. Moelleri* Mojs.), bezw. aus zusammenfließenden Knoten gebildete Spiralleisten (*G. bosnensis* Hau.) ein. Niemals jedoch ist bisher eine in der Medianebene des Externteils aufragende Verzierung bei dieser noch bei einer anderen Gattung leiostraker Ammoniten bekannt geworden. Aber auch unter den trachyostraken Ammonitengattungen der Trias wird man vergebens nach einer Form mit einzelnen median gelagerten Stacheln auf dem Externteil suchen. Wenn bei trachyostraken Ammoniten — dies gilt ebensogut für solche des Jura und der Kreide, als von jenen der Trias — Dornen oder Stacheln entwickelt sind, so treten sie stets am stärksten auf den Seitenteilen oder entlang den Marginalrändern, d. h. symmetrisch zu beiden Seiten der Medianebene auf. Das ist z. B. der Fall bei den *Tirolites spinosi*, bei den *Margarites bispinosi*, bei *Protrachyceras Reitzi* Böckh, *Trachyceras duplex* Mojs. und

T. Aon Mstr. im *Brotheus*-Stadium in der Trias, bei *Deroceras densinodum* Quenst. und *D. nodegigas* Quenst., ferner bei der Gruppe des *D. Taylori* Sow. im Lias, bei *Sonninia Sowerbyi* Mill., *Cosmoceras Duncani* Sow., *Peltoceras athleta* Phill., *Aspidoceras perarmatum* Sow. und *A. bispinosum* Ziet. im Jura, bei *Crioceras Strombecki* Koen., *C. horridum* Koen. und *Hoplites Gossleti* Gross. in der Kreide, um nur einige, durch die Entwicklung besonders kräftiger Stacheln ausgezeichnete Arten zu nennen. Man wird solche weit vom Gehäuse abstehende, hohle Stacheln, die an verschiedenen Stellen des Gehäuses aber stets in größerer Zahl und in Spiralreihen angeordnet auftreten, wohl als Schwebevorrichtungen deuten dürfen, die ihren Trägern das Flottieren im Wasser erleichtert haben. Vielleicht mögen sie auch zur Anheftung in Tangwiesen dienlich gewesen sein, eine Bestimmung, die allerdings mit der Voraussetzung einer benthonischen Lebensweise für die Mehrzahl der Ammoniten nicht in Einklang gebracht werden könnte.

In der Medianebene eines Ammonitengehäuses gelegene Skulpturelemente dagegen sind entweder Furchen, die nach außen von Dornen, glatten oder beknoteten Kielen begleitet sein können, oder Kiele. Diese Kiele erscheinen zugeschärft oder gerundet, oder zart beknotet (Zopfkiele von *Amaltheus margaritatus* d'Orb., *Cardioceras alternans* v. Buch) oder sie lösen sich in einzelne langgezogene Buckel (*Strigoceras pustulatum* Rein., *Barroisiceras*, *Mortoniceras*), bezw. Knötchen (*Oppelia*, *Oecotraustes*) auf. In dem letzteren Falle aber tritt stets eine größere Zahl solcher Buckel oder Knoten in kurzen Abständen auf, so daß ihr Charakter als Teile eines Mediankieles unverkennbar bleibt.

Ein Ammonit mit vereinzelten, fast durch die halbe Peripherie des letzten Umganges getrennten, dabei verhältnismäßig hohen Stacheln in der Medianebene des Externteils, wie der hier vorliegende, ist mir bisher nicht bekannt geworden. Auch ist die ethologische Bedeutung solcher vereinzelter hoher Stacheln schwer verständlich. Während ein scharfer Externkiel seinem Besitzer zu rascher Fortbewegung beim Durchschneiden des Wassers dienlich war, kommt ein solcher Vorteil bei der eigentümlichen Ornamentierung unseres Ammoniten nicht in Betracht. Man kann sich kaum vorstellen, welcher Art die Lebensbedingungen gewesen sein sollen, denen dieser Gymnit durch den Besitz von nur zwei Externdornen bei sonst völlig glatter Schale vorteilhaft angepaßt war. Vielmehr scheinen die beiden Dornen in jene Kategorie von Merkmalen zu gehören, die man als atelisch bezeichnet und denen in neuester Zeit insbesondere von Handlirsch erhöhte Beachtung geschenkt worden ist.

Ich vermag die Externstacheln unseres Gymniten nur mit jenen spornartigen Vorsprüngen zu vergleichen, die sich gelegentlich als Verzierung der Mündungsränder von Ammoniten finden, so bei

Schloenbachia inflata Sow. und *Oecoptychius refractus* Rein. In dieser Auffassung bestärkt mich die Verbindung des vorderen abgebrochenen Stachels *b* mit einer Kontraktion, die wohl am besten als eine Paulostomfurche zu deuten sein dürfte. Ich bin daher geneigt, jene Kontraktionsfurche als einen transitorischen Mundrand, als ein Paulostom, und die Stacheln als eine Verzierung jenes Mundrandes anzusprechen, die sich lediglich durch ihre Dornengestalt von den seitlich stärker komprimierten Externvorsprüngen bei *Schloenbachia inflata* und *Oecoptychius refractus* unterscheidet. Der Stachel *a* steht allerdings mit keiner Kontraktionsfurche des Gehäuses in Verbindung, jedoch mit einer transversal über die Schale hinweg verlaufenden Zone einer sehr schwachen Anschwellung, die immerhin als Anzeichen eines Paulostoms angesehen werden könnte. Für die Bildung jener beiden Stacheln müßte man die Periode eines längere Zeit hindurch andauernden Stillstandes im Wachstum des Gehäuses in Anspruch nehmen.

Noch bleibt die Frage zu erörtern, ob man unseren Ammoniten unmittelbar an *Gymnites incultus* Beyr. als ein aus unbekannten Gründen durch die Entwicklung der beiden Externstacheln vom Arttypus abweichendes Exemplar anschließen oder als den Vertreter einer neuen Spezies mit einem besonderen Artnamen auszeichnen soll. Ich halte eine Entscheidung im Sinne der zweiten Alternative für richtiger. In der Überzeugung, daß unsere paläontologischen Arten zunächst nur deskriptive, nicht physiologische Arten sind und in ihrer weitaus überwiegenden Mehrzahl nur solche sein können, betrachte ich, in Übereinstimmung mit W. Waagen, jede Form, die durch Beschreibung und Abbildung gekennzeichnet und von anderen unterschieden werden kann, als eine besondere Art. Da der Besitz der allen bisher beschriebenen Gymniten fehlenden Externstacheln ein Merkmal ist, das unseren Ammoniten von *Gymnites incultus* zu unterscheiden erlaubt, so trage ich kein Bedenken, denselben mit einer besonderen Speziesbezeichnung zu versehen und schlage als solche *Gymnites spiniger* vor.

Bemerkungen über das Schnauzenschild (Scutum rostrale) bei Homalonoten.

Von **Rud.** und **E. Richter** in Frankfurt a. M. (Oktober 1916).

Mit 3 Textfiguren.

Das Schnauzenschild der Homalonoten hat in den letzten großen Arbeiten J. M. Clarke's über das Devon der südlichen Halbkugel besondere Beachtung gefunden und ist zum Ausgang weitführender Betrachtungen geworden. Als eine der Besonderheiten der unterdevonischen Südfauna wird dort hervorgehoben, daß die Homalonoten der Südfestländer, *Homalonotus Herscheli* Murch. und

H. noticus Clarke, durch „einen ansehnlichen Stachel auf dem Epistoma“ ausgezeichnet seien, „der allen Arten der nördlichen Erdhälfte fehle“. Dieser Stachel wird als „apiculus, epistomal projection oder prorate process on the epistomale plate“ von Clarke zum erstenmal beschrieben und abgebildet, (2) p. 138; (3) p. 21, 92, 94, 97.

In der Tat haben alle aus Nordamerika abgebildeten Homalonoten ein glattes Schnauzenschild (Rostrale), denn dieses ist mit dem „Epistoma“ gemeint. Ziehen wir aber Europa mit in Betracht, so zeigt es sich, daß der Besitz eines solchen Schnauzenstachels keineswegs ein Vorrecht der südweltlichen Arten der Gattung ist. Wir geben hier aus den Zeichnungen zu einer in Arbeit befindlichen Monographie vorderhand zwei verschiedene Grundformen von bestachelten Schnauzenschildern wieder, wie sie im Rheinland vorkommen; beide stammen aus dem Unterkoblenz von Oberstadtfeld in der Eifel. Sie tragen einen aus einem Kiel hervorgehenden Fortsatz, der den von *H. noticus* Clarke (3) Taf. II Fig. 8 an Stärke und Höhe noch zu übertreffen scheint. Im übrigen bestehen zwischen beiden unter sich und gegenüber anderen Schildern erhebliche Abweichungen. Der von der Schnauzennaht gebildete Vorderrand ist bei der südamerikanischen Form geradlinig, bei der rheinischen winklig gebrochen, so daß das Schild hier nicht die Gestalt eines Dreiecks annimmt, sondern die eines Drachen-Vierecks (Deltoid). Die eine unserer Formen (Fig. 1) ist lang und schmal, ihr Stachel stellt sich als das letzte und höchste Ende eines stetig ansteigenden Kiels dar und ragt wie ein nach auswärts gekrümmter Schnabel vorn über das Schild hinaus. Der Umriß der anderen Form (Fig. 2) ist kurz und breit; bei ihr trägt der Kiel den Fortsatz an seinem hinteren Ende, wo er seinen höchsten Punkt erreicht und dann im Bogen nach vorn absinkt; der Schnabel ist einwärts gekrümmt. Die Aufgabe dieser Schnauzenhörner mag man sehr wohl mit Clarke (3) p. 91 darin sehen, daß sie dem schaufelförmigen Kopfende als Hilfswerkzeug beim Wühlen gedient haben können; sie nehmen die gleiche Lage ein wie die Stacheln auf dem Hypostom mancher Proetiden. Welchen Arten die beiden abgebildeten und andere ähnliche Schildformen zuzurechnen sind, darüber versparen wir uns die Entscheidung auf später.

Leider fand sich nämlich in den deutschen Sammlungen nur ein äußerst geringes Material von diesem wichtigen Schilde, und Homalonoten-Köpfe mit ihren im Zusammenhang freigelegten Teilstücken fehlen überhaupt. Auch der Beobachtungsstoff, den wir seit langem im Senckenbergischen Museum zu vereinigen bestrebt sind, bedarf in solcher Hinsicht noch sehr der Vervollständigung. Man hat eben auf solche Dinge nirgends geachtet. Ja, das Vorhandensein eines Schnauzenschildes bei *Homalonotus*

ist in Europa überhaupt in Vergessenheit geraten, und die davon ganz vereinzelt gesammelten Reste sind nicht bei dieser Gattung untergebracht, sondern liegen als „Problematica“ irgendwo versteckt.

Und doch ist diese Erkenntnis auch in Europa früher vorhanden gewesen, ja sie ist gerade von hier ausgegangen. Bronn war es, der schon 1840 p. 449 f. mitteilte, daß bei Homalonoten zwei Nähte (die Äste der Gesichtsnaht, wie er glaubte) auf den Umschlag des Kopfes fortsetzen und aufeinander zulaufen.

Burmeister, p. 25, kannte zwar dieses Verhalten bei *Homalonotus* nicht, lehrte aber den Bau der Kopfunterseite bei Trilobiten

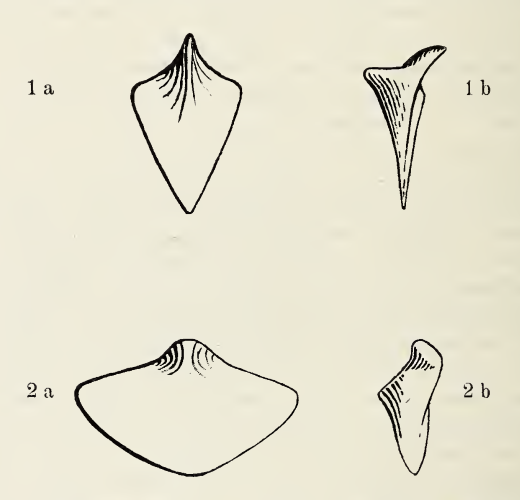


Fig. 1 u. 2. Bestachelte Schnauzenschilder von rheinischen Homalonoten. Unter-Koblenzstufe von Oberstadtfeld. Nat. Größe. Senckenberg. Museum, Frankfurt a. M.

a Aufsicht auf die beiden Schilder von der Bauchseite her.
b Seitenansichten.

im allgemeinen verstehen. Er nannte eine Platte, die er häufig zwischen Mittelschild und Hypostom eingeschaltet fand, Schnauzenschild oder Scutum rostrale. Dieses dachte er sich an den Seiten von der Gesichtsnaht begrenzt, vorne aber von einer besonderen Quernaht, die er Schnauzennaht (Sutura rostralis) nannte.

Barrande (2), p. 113 ff., stellte fest, daß diese Schnauzennaht nichts anderes als der vorderste Teil der Gesichtsnaht ist, während die zur Umschlagsgrenze („Hypostomnaht“) weiterlaufenden Nähte selbständig sind (Verbindungsnähte, „sutures de jonction“). Burmeister's Namen für das Schild hielt er als „pièce rostrale“ fest. Für *Homalonotus* gab er eine Zeichnung (Taf. 2 A Fig. 7)

von *H. Dekayi* Green wieder, die freilich nicht zutrifft, insofern sich die Verbindungsnähte am Hypostomrand nicht treffen, das eingeschlossene Schild sich also nicht zuspitzt, sondern sich dem rechteckigen Umriß anderer Gattungen nähert.

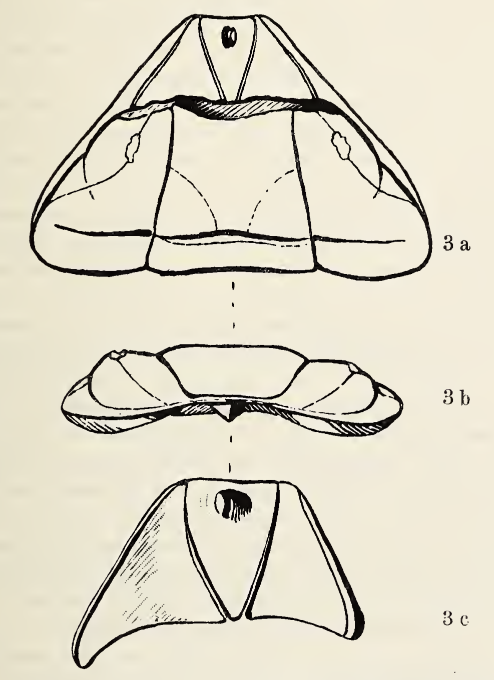


Fig. 3. *Homalonotus noticus* Clarke. Unterdevon von Ponta Grossa, Paraná. Skizzen nach den Figuren 1, 7, 8 auf Taf. 2 in Clarke (3).

a Aufsicht von der Rückenseite her. Der vordere Teil des Kopfes ist entfernt, um den Umschlag und das Schnauzenschild zu zeigen.
b Stirnansicht. Der Schnauzenstachel springt deutlich hervor.
c Aufsicht auf die vordere Kopfgegend von der Bauchseite her. Die Verbindungsnähte vereinigen sich am Hypostomrande und schneiden das (bestachelte!) Schnauzenschild aus dem Umschlag heraus.

Die Brüder Sandberger brachten dann (Taf. II Fig. 6) eine zutreffende Darstellung des Schnauzenschildes für *H. obtusus* Sandb., und später Salter (Taf. 13 Fig. 2, 7) eine Berichtigung für *H. Dekayi* Green, wobei er ebenfalls die Bezeichnung „rostral shield“ gebrauchte.

Clarke bildete mit Hall (1) Taf. III Fig. 1, 2 und Taf. IV Fig. 5 die — wie erwähnt glatten — Schnauzenschilder von nordamerikanischen *Homalonotus*-Arten ab, als eine von den Zweigen

der Gesichtsnaht eingeschlossene „mittlere Platte auf dem Epistoma“. Die Quernaht, welche diese Platte vom Mittelschild trenne, wird wieder wie bei Bronn und bei Burmeister als eigene Naht („Stirnnaht“) aufgefaßt.

Koch übernahm auf Taf. VI Fig. 3 seiner Homalonoten-Monographie die genannte Figur Sandberger's, welche den Bau der Kopfunterseite eindeutig zeigt. Er erwähnt daraufhin auch im Text p. 6 das Vorhandensein eines herzförmigen Schalenstückes, das von der Gesichtsnaht eingeschlossen werde, so daß man glauben möchte, Koch sei sich über das Schnauzenschild seiner Gattung klar gewesen. Das war indessen nicht der Fall, und jener Angabe lag eigene Beobachtung nicht zugrunde. Denn die einzigen Stücke, die ihm von diesem Panzerteil wirklich zu Gesicht kamen, hielt er, wie er p. 44 und 49 ausdrücklich betont, für Hypostome. Und auf Taf. IV Fig. 4 bildet er ein derartiges Schnauzenschild als Hypostom von *H. scabrosus* Koch = *H. gigas* A. Römer ab. Aber schon bei der Herausgabe der Koch'schen Arbeit erkannte E. Kayser (Tafelerklärung) sofort, daß der „abgebildete Körper so sehr in seiner Gestalt von sonstigen *Homalonotus*-Hypostomen abweicht, daß seine Deutung als ein solches zweifelhaft erscheint“.

Das wirkliche Hypostom von *Homalonotus* — in England und anderwärts längst aufgefunden — wurde dann durch Mitteilungen von Beushausen und von Maillieux endlich auch bei rheinischen und belgischen Formen bekanntgemacht. Das vergessene Schnauzenschild blieb aber auch in diesen Studien (p. 155 bezw. p. 113) rätselhaft. Es wurde der Gattung schließlich überhaupt abgestritten, und obwohl manches Lehrbuch noch die in Zittel's Handbuch (p. 605) enthaltenen Bemerkungen über den Aufbau des *Homalonotus*-Kopfes übernahm, ging diese Erkenntnis in den neueren Sonderschriften merkwürdigerweise mehr und mehr verloren.

Aus diesem Grunde bringen wir hier drei Skizzen (Fig. 3 a—c) nach Clarke's (3) Figuren Taf. 2 Fig. 1, 7 u. 8, welche die Lage des Schnauzenschildes und die Zusammensetzung der Panzerteile auf der Unterseite des Kopfes klarer veranschaulichen als jede frühere Darstellung. Wir hoffen, dadurch die Aufmerksamkeit auf diese Panzerteile zu lenken und einen vollständigeren Beobachtungsstoff zu gewinnen. Zunächst zur Verbesserung der Systematik, denn das formenreiche Schnauzenschild unserer Gattung wird vielleicht — wie schon Koch erwartete — ein brauchbares Trennmal der Arten und Untergattungen werden, wenn es öfter im Verband untersucht werden kann. Außerdem knüpfen sich Fragen von allgemeiner Bedeutung daran, wie die eingangs berührte über Beziehungen der unterdevonischen Faunen der Nord- und Südhalbkugel. Nach Clarke hätten sich diese beiden Faunen nördlich und südlich des Gleichers völlig verschieden und unabhängig entwickelt, sie besäßen aber gerade unter den Homalonoten eines der wenigen

Bindeglieder, nämlich in Gestalt der mit stacheligem Schalenschmuck verzierten (armate) Arten. Die bestachelten Arten (auch der glatte *H. noticus* wird wegen seines Schnauzenstachels dazugezählt) seien „ganz ausgesprochene" Kennformen für die devonische Südwelt, hätten aber einen Auswandererzug auf die nördliche Erdhälfte, über die Sahara nach Mitteleuropa, abgezweigt. Nur der Schnauzenstachel fehle wie allen (glatten) Nordarten so auch den vom Süden nach Europa eingedrungenen stachelschaligen Formen. Wir haben oben gezeigt, daß der Schnauzenfortsatz auch in Europa vorhanden ist. Sollte es sich aber herausstellen, daß dieses südliche Merkmal im Norden nur solchen Formen zukäme, die auch im Schalenschmuck ein von Clarke als südlich angesprochenes Gepräge tragen, so würde seine Ansicht über die Wanderungszusammenhänge neu unterstrichen werden. Es ist aber zu beachten, daß ein Schnauzenstachel nach dem beschädigten Schildrest auf Koch's Fig. 3 Taf. VI auch *H. gigas* A. Römer zuzukommen scheint.

Nur möchten wir, um die durch Clarke's Arbeiten ins Gedächtnis zurückgerufenen wichtigen Verhältnisse nicht erneutem Mißverständnis ausgesetzt zu sehen, davor warnen, das hier behandelte Schild als Epistom zu bezeichnen.

Dieses Schild entspricht trotz seines abweichenden Baues durchaus dem Schnauzenschild oder Rostrale, wie es Burmeister zuerst gesehen und Jaekel morphologisch gedeutet hat, und zwar als den Spindelteil jenes Segmentes, dem die Freien Wangen als Schienen zuzurechnen seien (p. 158). Die Nähte erhalten dadurch die ihnen von Barrande (s. o.) gegebene Bewertung, und die Verbindungsnähte müssen von Jaekel's Standpunkt aus die Stelle der Rückenfurchen des gesamten Segmentes Schnauzenschild + Freie Wangen innehaben.

Die Eigentümlichkeit des Homalonoten-Rostrale ist seine Zuspitzung, welche die Verbindungsnähte mit ihren Endpunkten an der Grenze des Umschlages aufeinanderfallen läßt. Dieses Zusammenlaufen der bei den meisten anderen Gattungen getrennten Verbindungsnähte könnte vielleicht zur Erklärung der unpaaren Verbindungsnaht bei *Asaphus* hinführen, wenn man an eine weitere Steigerung in demselben Sinne denken will: die Verbindungsnähte wären dann in ihrem ganzen Verlauf aufeinandergefallen und hätten das Herzstück zwischen sich durch Auskeilen zum Verschwinden gebracht.

Das Epistom dagegen ist ein Schild, das Barrande (1) p. 385 im Inneren des Kopfschildes nachgewiesen zu haben glaubte. Es sei, völlig im Weichkörper eingeschlossen, unter dem Hypostom angebracht und ihm äußerst ähnlich gebaut. Obgleich er (2) das als sichere Tatsache bei *Phacops* (1847 auch bei *Cheirurus*) betonte und F. Roemer (p. 544) ihm darin folgte, war es doch eine Täuschung. Barrande's eigene Belegzeichnungen (vergl. *Phacops*

cephalotes [2] Taf. 20 Fig. 7 mit Fig. 11 und *Ph. breviceps* Taf. 22 Fig. 28 mit Fig. 30) beweisen, daß er nichts anderes als Hypostome, die in das Kopfinnere verschoben und verdrückt sind, für jenes neue Innenschild gehalten hat, wie auch Zittel schon ähnlich erkannte (p. 574).

Die Bezeichnung Epistom besteht also nur noch als die Erinnerung an einen Beobachtungsfehler Barrande's. Und wenn auch die Gesetze der formenkundlichen Namengebung weniger streng sind als die der Systematik, so sollte dieser Name doch nicht stillschweigend in neuem Sinne wiederbelebt werden, am wenigsten für ein Panzerstück, das durch seine ähnliche Lage und die häufigen früheren Verwechslungen besonders der Verkennung ausgesetzt ist und überdies längst eine internationale Bezeichnung besitzt.

Schriften.

Barrande, J.: 1. Über das Hypostoma und Epistoma, zwei analoge, aber verschiedene Organe der Trilobiten. N. Jahrb. f. Min etc. 1847. p. 384. Taf. VIII.

— 2. Système silurien du centre de la Bohème. Prag—Paris 1852.

Beushausen, L.: Über Hypostome von Homalonoten. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. f. 1891. p. 154.

Bronn, H. S.: Note über die mit *Homalonotus* verwandten Trilobitengenera. N. Jahrb. f. Min. etc. 1840. p. 445.

Burmeister, H.: Die Organisation der Trilobiten aus ihren lebenden Verwandten entwickelt. Berlin 1843.

Clarke, J. M.: 1. In Hall and Clarke, Natural History of New York. Paleontology. Albany 1888. 7.

— 2. A notable Trilobite from the Percé Rock. New York State Museum. Bulletin 164. Ninth Report of the Director. Albany 1913.

— 3. Fosseis devonianos do Paraná. Monographias do Serviço geol. e min. do Brasil. Rio de Janeiro 1913.

Jaekel, O.: Beiträge zur Beurteilung der Trilobiten. I. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **53**. Berlin 1901.

Koch, C.: Monographie der *Homalonotus*-Arten des Rheinischen Unterdevons. Kgl. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1883 (mit Atlas).

Maillieux, E.: Note sur l'hypostome de l'*Homalonotus rhenanus* Koch. Bull. d. l. Soc. belge de Géol. **25**. Brüssel 1911. Proc.-verb. p. 113.

Roemer, Ferd., in Bronn und Roemer, Lethaea geognostica. **1**. Stuttgart 1851—56.

Salter, J. W.: A Monograph of British Trilobites. Palaeontographical Soc. London 1864.

Sandberger, G. u. F.: Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. Wiesbaden 1856.

Zittel, K. A.: Handbuch der Paläontologie. I. Abt. **2**. München—Leipzig 1881—85.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Weiterwachsen von Orthoklas im Ackerboden.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Nach allgemeiner Ansicht verwittert Kalifeldspat im Ackerboden; die folgende Beobachtung zeigt aber, daß auch Neubildung vorkommt.

Beim Horner's-Bauer auf dem linken Ufer der Eger westlich Karlsbad konnte man vor ca. 20 Jahren reichlich Karlsbader Zwillinge in den Äckern sammeln, meist allerdings nur Bruchstücke mit unebener, zerfressener oder wenigstens zerfressen aussehender Oberfläche, die aber zur Erläuterung des Zwillingsgesetzes nach der Lage der Spaltflächen gut geeignet waren. Die Spaltfläche (001) des einen Individuums setzt sich dann öfter als unebene Bruchfläche ungefähr von der Lage $(10\bar{1})$ des zweiten fort. Bei der Betrachtung einer solchen alten, vielleicht von der Pflugschar herrührenden, vielleicht schon älteren Bruchfläche fiel es auf, daß zahlreiche, immer nur kleine Stellen auf ihr gleichzeitig mit (001) des Hauptkristalls aufschimmerten. Dies rührt nicht von einer versteckten Spaltbarkeit nach $(\bar{1}01)$ her, auch nicht davon, daß der Zwillingsteil viele kleine Partien in Parallelstellung zum Hauptteil enthält — denn Schliffe nach (001) und (010) verraten nichts von letzteren und die schimmernden Partien fehlen auf frisch hergestellten Bruchflächen —, vielmehr zeigte sich, daß solche schimmernde alte Bruchflächen einen Überzug von neugebildetem Feldspat tragen, der kleine mugelige, aber glänzende Erhöhungen bildet, die annähernd mit (001) des Hauptkristalls einspiegeln.

Eine Untersuchung der rauhen Kristallflächen dieser Feldspate ergab dann bald, daß auch sie an vielen Stellen von Feldspatneubildungen überwachsen sind, namentlich (110) und (010) (mit der charakteristischen Streifung // $\dot{c}$, wie bei Adular), ebenso ältere Spaltflächen (001), wo der Überzug deutliche Flächenzeichnung bewirkt (Rhomben nach den Kanten zu 110). Ebenso wie die Feldspate von Karlsbad verhalten sich solche vom Schneekopf und Ochsenkopf im Fichtelgebirge und von Wunsiedel, soweit sie ausgewittert sind, die Neubildungen fehlen dagegen auf den frisch aus dem Gestein herausgeschlagenen Einsprenglingen dieser und ähnlicher schlesischer und anderer Vorkommen mit nahezu ebenen, wenn auch nicht reflektierenden Kristallflächen, ebenso den ganz zersetzten (z. T. carbonatisierten), aber scharfen Kristallen der Thüringer-Wald-Porphyre und den in Drusen aufgewachsenen Kristallen von Striegau u. a. O. in Schlesien, von Baveno und ähn-

lichen. Es ist dabei natürlich abzusehen von den bekannten Albit-Überwachsungen der letzten, die wohl schon zur Zeit der Drusenfüllung entstanden, denn der Überzug der Karlsbader Zwillinge besteht aus Orthoklas (vielleicht Mikroklin). Von (110) abgesprengte Teile des Überzuges ergaben den für Orthoklas charakteristischen Winkel 001 : 110 = 112° 27′ (ber. 112° 13′, dagegen bei Albit 114° 43′ und 110° 50′), ferner das für Orthoklas charakteristische Interferenzbild: eine optische Achse nicht weit von der Flächennormale, Achsenebene ungefähr parallel der Kante zu (001). Ferner zeigte der Überzug auf (001) niemals Zwillingsbildung nach (010), die auf den Albitüberzügen der Kristalle von Hirschberg und ähnlichen, auch wenn sie nur fein sind, sehr gut zu erkennen ist. Von (010) abgehobene Teile gaben für die Neigung 010 : 001 nicht mehr als 1° Abweichung von 90° und die für Orthoklas (und Mikroklin) charakteristische Auslöschungsschiefe von + 6°. Besonders auch zeigte ein z. T. durch die Neubildung auf (010) gelegter Dünnschliff keine anderen optisch abweichend von Orthoklas orientierten Teile als die auch im Hauptteil (vergl. unten) vorhandenen mikroskopisch feinen Albitadern, die von sehr viel kleineren Dimensionen sind als die Überwachsungen.

Der Feldspat von Ellenbogen bei Karlsbad und speziell der von Hornberg, der mit den eingangs erwähnten identisch sein dürfte, zeigt in seiner Zusammensetzung nach der Analyse von Thugutt (bei Doelter, Handbuch der Mineralchemie. II. p. 529) nichts Besonderes; der Gehalt an Na_2O beträgt nur 2,53 % und damit stimmt der mikroskopische Befund im Schliff nach (010), wo zahlreiche, besonders feine, fast geradlinige Äderchen von Albit unter 9,2° im stumpfen Winkel β zu $\dot{c}$ geneigt verlaufen, wenig anastomosieren und mit etwas breiteren Albitschnüren zusammenhängen. Ob diese großen, aus dem Granit herausgewitterten Kristalle zu irgendeiner Zeit an der Oberfläche eine Zersetzung erfahren haben, scheint trotz ihrer sehr rauhen, löcherigen Oberfläche zweifelhaft. Schon Breithaupt[1] fiel es auf, „daß er, ursprünglich im Granit vorkommend, der oft ganz verwittert und zerfallen ist, selbst eine ziemliche Frische bewahrt hat“. Es scheint möglich, daß die trüb gelblichweißen, anscheinend stark kaolinisierten Körner, die zusammen mit Quarz und Biotit in seine Oberfläche eingewachsen sind, Plagioklas waren; solcher gelblicher Plagioklas umgibt z. B. den Orthoklas im Dreikreuzberg-Granit bei Karlsbad kranzförmig, ähnlich wie im Rapakiwi. Wenn dieser Plagioklas kalihaltig war, könnte dieser die Quelle der Neubildung von Orthoklas in der Hülle

---

[1] A. Breithaupt, Min. Studien. Leipzig 1866. p. 65. Breithaupt hat diesem Feldspat (vermutlich auch wegen seines angeblich hohen, durch die spätere Analyse von Thugutt nicht bestätigten Natrongehalts) einen besonderen Namen, Cottait, gegeben.

nach Entfernung seines Kalkes und Natrons sein, dafür spricht noch, daß die gelblichen, kaolinähnlichen Körner öfter von glitzerndem, neuem Orthoklas (immer in Parallelstellung zum alten Kristall) wie durchtränkt erscheinen.

Vielleicht liefert die nähere Untersuchung der Art des Vorkommens im ursprünglichen und verwitterten Gestein, von denen Proben einstweilen nicht zugänglich sind, näheren Aufschluß über die Neubildung des Orthoklases. Einstweilen sei nur darauf hingewiesen, daß auch sonst Neubildungen von Feldspat unter Bedingungen beobachtet sind, welche wenigstens die Mitwirkung hoher Temperatur ganz ausschließen. F. Grandjean[1] hat solche in zahlreichen Kalken von carbonischem bis tertiärem Alter beobachtet, die sonst keinerlei Merkmale von Metamorphose tragen; er hält es für möglich, daß sie z. T. gleichzeitig mit den Sedimenten entstanden sind, z. T. wohl als Fortwachsungen detritischer Feldspatreste. Ebenso hat nach van Hise[2] in allerdings schon sehr alten und also möglicherweise etwas metamorphosierten Sandsteinen von Eagle Harbour (Mich.) ein Weiterwachsen von Feldspat stattgefunden.

Über die sogenannte Kristallisationskraft.

Von

W. Bruhns (Clausthal) und **Werner Mecklenburg** (Berlin-Lichterfelde W).

In einer vor kurzem erschienenen Abhandlung[3] „Bemerkungen über die lineare Kraft wachsender Kristalle" haben George W. Becker und Arthur L. Day die Bedenken[4] zu widerlegen versucht, die wir gegen ihre im Jahre 1905 veröffentlichte Theorie[5] von der Existenz einer besonderen, größere geologische Bedeutung besitzenden, jetzt meist als „Kristallisationskraft" bezeichneten Kraft, die linear gepreßte Kristalle befähigen soll, gegen die pressende Kraft Arbeit zu leisten, geltend machten. Da wir die „Bemerkungen" von Becker und Day nicht als zutreffend anerkennen können, sehen wir uns zu den folgenden Gegenäußerungen gezwungen:

1. Becker und Day werfen uns vor, daß wir ihren entscheidenden Versuch bei der Wiederholung nicht richtig ausgeführt hätten. Sie hätten bei ihrer Versuchsanordnung einen belasteten Kristall, wir dagegen hätten zwei Kristalle in derselben Kristallisierschale, und zwar einen belasteten und einen unbelasteten, nebeneinander wachsen lassen, und das bedeute eine grundsätzliche

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. I. -350- u. II. -182-.
[2] Das. 1887. I. -68-.
[3] Dies. Centralbl. 1916. p. 337—346, 364—373.
[4] Jahresber. d. Niedersächs. Geol. Ver. Hannover. 6. 1913. p. 92—115.
[5] Proc. of the Wash. Acad. of Science. 7. 1905. p. 283—288.

und fehlerhafte Abweichung von ihren Versuchsbedingungen, denn die Löslichkeit des gewöhnlichen Alauns — diesen hatten wir nach dem Vorgange von Becker und Day als Versuchsmaterial benutzt — werde durch „Druck“ erhöht. Wenn sich also nebeneinander in derselben Lösung zwei Kristalle, ein belasteter und ein unbelasteter, befänden, so könne die Lösung gegenüber dem unbelasteten Kristall übersättigt sein, dieser also wachsen und sich gleichzeitig dem belasteten Kristall gegenüber als nur gerade gesättigt oder sogar als ungesättigt erweisen, und das sei bei unseren Versuchen offenbar der Fall gewesen.

Hier ist — von allem übrigen abgesehen — den beiden Autoren insofern ein Irrtum untergelaufen, als sie die Wirkung eines allseitigen, gleichzeitig auf Kristall und Lösung wirkenden Druckes mit der Wirkung einer nur in einer Richtung und auf den Kristall allein wirkenden „Pressung“ verwechselt haben. Es ist unzulässig, die Erfahrungen, die an unter allseitigem Druck stehenden Systemen gemacht sind, auf den Fall gepreßter Kristalle zu übertragen. Insbesondere ist, wie M. Hasselblatt vor kurzem gezeigt hat[1], der Einfluß einer Pressung auf den Schmelzpunkt und damit auch auf die Löslichkeit, für die ja in dieser Hinsicht das gleiche gelten muß, praktisch gleich Null. In der Tat zeigten denn auch die belasteten Kristalle bei unseren Versuchen nur insofern ein geringeres Wachstum, „als weniger freie Fläche vorhanden war“. Damit entfallen die von Becker und Day gegen unsere Versuchsanordnung ausgesprochenen Bedenken[2], und so können wir auch von einer Diskussion ihrer zahlreichen weiteren sich daran anschließenden, z. T. recht eigentümlichen Betrachtungen über die verschiedene Löslichkeit von Unter-, Seiten- und Deckfläche eines Kristalles hier absehen.

2. Erfreulich ist es, daß Becker und Day der von uns gegebenen Erklärung über die Entstehung des randlichen „Wulstes“ an der Unterseite der wachsenden Kristalle, der ja für die Theorie ihrer und unserer Versuche eine grundlegende Bedeutung hat, im wesentlichen zustimmen und insbesondere die Tatsache, daß ein am Boden des Kristallisationsgefäßes wachsender Kristall dem Boden nicht unmittelbar aufliegt, sondern auf einer Flüssigkeitsschicht schwimmt, anerkennen. Das ist von Wichtigkeit. Denn wenn ein Kristall nicht auf dem Boden aufliegt, sondern auf einer Flüssigkeitsschicht

---

[1] Meinhard Hasselblatt, Über den Schmelzpunkt gepreßter Kristalle. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **93**. 75—83. 1915.

[2] übrigens auch ein Teil der von uns über das „Wandern des Wulstes“ geäußerten Vermutungen. Diese Erscheinung, deren Gründe uns noch nicht vollkommen klar sind, halten wir für die Frage der spaltenerweiternden oder Gebirgsteile hebenden Kristallisationskraft zurzeit für unwesentlich, weil bisher in der Natur Anzeichen für ihr Auftreten unter entsprechenden Umständen unseres Wissens überhaupt nicht vorliegen.

schwimmt, so kann man auch nicht behaupten, daß das Gewicht des Kristalles und der auf ihm ruhenden Last allein von der Schneide des Wulstes getragen werde, und damit entfallen die Grundlagen der von Becker und Day angestellten Berechnungen über die Größe der von dem wachsenden Kristall gegen die auf ihm ruhende Last geleisteten Arbeit.

3. Die Höhe des Wulstes hatten wir in unserer Mitteilung zu 0,1—0,2 mm angegeben. Hiermit stimmen die Messungen von Becker und Day überein, denn bei den von ihnen angeführten Versuchen betrug die totale Dickenzunahme der an der Oberfläche bedeckten Kristalle im Höchstfalle 0,131 mm. Unsere Versuche haben aber ergeben, daß der Wulst nicht beliebig weiterwächst, sondern in dem Maße, wie der wachsende Kristall sich verbreitert, mit annähernd konstanter Höhe nach außen wandert. Diesen, unseres Erachtens sehr wesentlichen Punkt übergehen Becker und Day in ihrer Entgegnung vollständig. Offenbar ist es ihnen auch entgangen, daß auch bei ihren Versuchen das Dickenwachstum der Kristalle, d. h. die Erhöhung des Wulstes nicht weiter fortzuschreiten, sondern sich einem Grenzwert zu nähern scheint, wie man leicht erkennen kann, wenn man das Dickenwachstum der Kristalle als Funktion der Zeit in ein Koordinatensystem einträgt.

4. Ähnlich wie bei der Besprechung des Einflusses, den ein „Druck" auf die Löslichkeit eines Kristalles hat, ist den beiden Autoren auch bei der Erörterung unseres „Tonplattenversuchs" ein Versehen untergelaufen, indem sie bei ihren gegen unsere Auffassung gerichteten Betrachtungen, offenbar ohne es zu merken, die prinzipielle Richtigkeit unserer Auffassung voraussetzen. Der von ihnen als Beweis *gegen* die Richtigkeit unserer Anschauung angeführte Kapillaritätseffekt — scheinbare Anziehung zweier durch eine dünne Flüssigkeitsschicht getrennter Platten — kann nämlich nur eintreten, wenn die Flüssigkeit, wie Becker und Day selbst angeben, beide Platten benetzt. Benetzung aber setzt voraus die Entstehung einer dünnen Flüssigkeitsschicht in dem kapillaren Raum zwischen den beiden Platten. Becker und Day geben also selbst zu, daß sich zwischen dem Boden der Kristallisierschale und den Tonscherben und zwischen diesen und den Bechergläsern eine Flüssigkeitsschicht befunden, daß also, da diese Flüssigkeitsschicht vorher nicht vorhanden war, eine Hebung der Platten bezw. der Bechergläschen um die Dicke der Flüssigkeitsschicht stattgefunden hat. Sie werden also wohl auch zugeben, daß, wenn die Flüssigkeitsschicht verdunstet, an deren Stelle eine Kristallschicht zurückbleiben, und daß eine häufige Wiederholung des Vorganges im Laufe der Zeit — wir haben für unseren Versuch 5 Monate, nicht, wie Becker und Day fälschlicherweise angeben, nur wenige Tage gebraucht — eine Verstärkung der Kristallschicht zur Folge haben kann. Daß der von Becker und Day angeführte Kapillaritätseffekt

bei der Verdunstung der Flüssigkeit eine Anziehung der einander gegenüberstehenden Flächen bewirkt, d. h. das Gewicht der Tonscherben sowie der Bechergläschen scheinbar erhöht, ist ein sekundärer Effekt, der die in unserer Mitteilung kurz und, wie wir glaubten, unmißverständlich als Kapillaritäts- und Adsorptionskräfte bezeichneten Kräfte in ihrer Wirkung wohl abschwächen, aber nicht aufheben kann.

5. Eine Diskussion der Frage, warum Becker und Day bei Verdunstung einer 2%igen Lösung von Gummi arabicum keine merkliche Hebung des Glasblocks erzielt haben, scheint überflüssig. Braucht man sich doch nur einmal auszurechnen, um welchen Betrag der Glasblock bei Bildung einer Benetzungsschicht von z. B. 0,1 mm Dicke durch die Verdunstung einer 2%-Gummilösung im günstigsten Fall gehoben sein kann, und die errechneten Werte mit den in Tabelle 7 der Becker-Day'schen Arbeit enthaltenen Angaben über die tatsächlich beobachtete „Dickenzunahme" zu vergleichen, um sich ein ungefähres Bild von dem wahren Sachverhalt zu machen.

Auch erscheint es wohl kaum erstaunlich, daß Becker und Day, als sie anstatt einer 2%-Gummilösung eine gesättigte Alaunlösung zwischen einem Glasblock und einer Glasplatte verdunsten ließen, einen größeren Effekt wahrgenommen haben. Muß doch nicht nur die hier erheblich größere Menge des Trockenrückstandes der Lösung, sondern auch der bei unseren Versuchen seinerzeit sehr stark in Erscheinung getretene Umstand, daß die zuerst entstandenen, nach dem früher Gesagten von der Unterlage und der Auflage durch Flüssigkeitsschichten getrennten kleinen Kristalle kristallisationsfähige Masse aus der Umgebung „anziehen", also gewissermaßen konzentrierend wirken, den Effekt verstärken. Daß die „Dickenzunahme" sich auch hier asymptotisch einem Grenzwerte nähert, und zwar einem Grenzwerte, der hinter der in kristallisationsfähigeren Lösungen beobachteten „Wulsthöhe" merklich zurückzubleiben scheint, sei nur im Vorübergehen bemerkt.

Eine eingehendere Erörterung der Becker-Day'schen „Bemerkungen" dürfte bei der gegenwärtigen Sachlage überflüssig sein. Wir sehen daher hier von der Besprechung der Frage ab, ob nicht im Gebirge eher die für das Wachstum eines Kristalls gegen eine Pressung wesentliche flüssige Zwischenschicht zwischen Kristall und Spaltenwand weggedrängt, als die Spalte selbst erweitert werden dürfte. Wir glauben auch den in unserer Mitteilung bereits gemachten Hinweis, daß der für die Lehre von der „Kristallisationskraft" so wichtige Wulst unseres Wissens in der Natur bisher nicht beobachtet worden ist, hier nicht zu diskutieren zu brauchen. Betonen möchten wir aber, daß uns auch nach der neuen Veröffentlichung von Becker und Day die „lineare Kraft wachsender Kristalle" noch keineswegs als „ein scharf definierter physikalischer

Prozeß" erscheint, und daß wir die von BECKER und DAY beschriebenen, im wesentlichen mit unseren Erfahrungen übereinstimmenden Versuche nicht als eine genügend sichere Grundlage für die Einführung eines so bedeutungsvollen Begriffes ansehen können, wie der Begriff „Kristallisationskraft" zu sein beansprucht und im Falle genügender Begründung auch mit Recht beanspruchen würde.

Anfang Dezember 1916.

Einfache Demonstration der Reflexkegel beim Lauephotogramm mittels gewöhnlichen Lichtes.

Von **Rudolf Scharizer** in Graz.

Professor FR. RINNE hat in diesem Centralblatt 1916 p. 545 ein einfaches Mittel zur Demonstration der Reflexionskegel bei den Röntgen-Lauephotogrammen mit Hilfe des gewöhnlichen Lichtes angegeben. Dies veranlaßt mich, ein noch einfacheres Mittel für den gleichen Zweck hier zu beschreiben, das ich bei meinen Vorträgen über die Lauephotogramme, die ich im Winter 1915/16 in der morphologischen Gesellschaft und dem naturwissenschaftlichen Verein zu Graz hielt, zur Erläuterung dieser Erscheinung verwendete.

Da die Zonen eines Kristalles mit fazettierten Glasstäben verglichen werden können, nahm ich einfach einen Glasstab — gewissermaßen eine Zone mit unendlich vielen Flächen — und stellte ihn in den Gang eines dünnen parallelen Strahlenbüschels, das mir ein Zeiß'scher Projektionsapparat lieferte, und erhielt auf der Projektionswand den Querschnitt des Reflexionskegels in den verschiedensten Formen je nach der Lage des Glasstabes zum einfallenden Lichtstrahl.

Ich versuchte nun auch ein ganzes Lauephotogramm auf diese Weise nachzuahmen, indem ich auf eine Glasplatte dünne Glasstäbe unter den Winkeln, welche die Zonenachsen der oktaedrischen und dodekaedrischen Zonen im regulären Systeme bilden, so aufkittete, daß sie sich in einem Punkte berührten. Als ich nun dieses Gebilde in den Gang eines dünnen parallelen Lichtbündels stellte, erhielt ich auf der Projektionswand ein Bild, das überraschend einem Lauephotogramm glich. Es bestand aus verschieden dimensionierten Kreisen, die alle durch einen Punkt gingen, der dort lag, wo der Primärstrahl die Projektionswand traf. Da die Glasstäbe Zonen mit unendlich vielen Flächen darstellten, enthielt das Projektionsbild keine Punkte, sondern nur Kreise.

Durch Drehen der Platte konnten auch alle Verzerrungen nachgeahmt werden, die das Lauephotogramm zeigt, wenn der Primärstrahl nicht senkrecht zur Kristallfläche — hier stellte die Glasplatte die Würfelfläche dar — auffällt.

Dieses Demonstrationsmittel kann von jedermann ohne große Kosten angefertigt werden.

Min.-petr. Institut der Universität Graz zu Weihnachten 1916.

Basaltglas vom Steinberge bei Feldbach.

Von **Josef Stiny** in Feldbach.

Mit einer Figur.

Über Brocken von Basaltglas („Sideromelan") in oststeirischen Basalttuffen hat neben anderen besonders A. Sigmund[1] in seiner schönen Untersuchung über die Basalte der Steiermark ausführlich berichtet. Eine chemische Analyse des Sideromelans lag ihm nicht vor; meines Wissens wurde eine solche auch seither nicht vorgenommen.

Es gelang mir nun im vorigen Sommer, basaltisches Glas auch im Basalt f e l s aufzufinden. Es bildet Schlieren in den mittleren Lagen des neuen, erst im Spätfrühling des Jahres 1915 aufgeschlossenen Steinbruches am Nordwestabhange des Steinberges bei Feldbach. Die Glasschlieren zeigen unregelmäßige Form, unscharfe Begrenzung, sind verschieden groß und erreichen bisweilen die Ausmaße einer Männerfaust. Trümmer dieser glasigen Partien finden sich auch außerhalb des Steinbruches im Gehängschutte.

Das Glas ist obsidianartig, pechschwarz, mit firnisähnlichem Glanze, und bricht muschelig mit sehr scharfen Kanten. Sein Vorkommen bildet ein Seitenstück zu den Funden zahlreicher, bimssteinähnlicher Abänderungen des Basaltes, welche teils im alten, verlassenen Steinbruche nahe der Südwestkuppe des Steinberges anstehen, teils dem Gehängschutte an vielen Stellen des Berges beigemengt sind; schon Sigmund (a. a. O. 18. p. 387) erwähnt „schlackige" Gesteine vom Steinberge.

Gepulvert zeigt das Glas olivgrüne Farbe; in roher, konz. Salzsäure löst es sich nur teilweise. Vom Hufeisenmagnet wird es im allgemeinen nicht angezogen; nur einzelne, wahrscheinlich an Magneteisen reichere Körnchen bleiben am Magneten haften.

U. d. M. zeigt die Glasmasse eine lichtbraune Farbe. Farblose Flasern (längliche Höfe) treten häufig auf; sie sind fast immer langgestreckt und schließen zumeist einen mit ihrer Längsachse gleichgerichteten Trichit ein. Als Ausscheidungen finden sich in der Glasmasse spärlich Mikrolithe, bezw. Kristallite, so z. B. von Nephelin, Olivin, Augit, Zirkon; diese Einschlüsse vereinigen sich teils zu büschel- oder morgensternähnlichen Gruppen, teils liegen sie einzeln verstreut in der Glasmasse. Die größeren zeigen nicht selten regelmäßige Kristallformen, bei den kleineren herrscht Endflächenlosigkeit vor. Die Enden der Nephelinnadeln sind meist zu gabeligen Spitzen ausgezogen, so wie dies z. B. A. Penck[2] von

[1] A. Sigmund, Die Basalte der Steiermark. Min.-petr. Mitt. **15.** 1896, **16.** 1897, **17.** 1898, **18.** 1899.

[2] A. Penck, Über Palagonite und Basalttuffe. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1879. 539.

den Nephelinsäulchen in der glasigen Grundmasse der Auswürflinge des Palagonittuffes vom Hohenhöwen im Hegau beschreibt. Spärliches Eisenerz, vermutlich Titaneisen und Magnetit, bildet in Form feinen Staubes mit wenigen größeren Körnern stellenweise kometenschweifähnliche Streifen im Schliffbilde.

Ähnliche Ausscheidungen von Mineralien hat A. Sigmund (a. a. O.) in der Glasmasse des Nephelinbasanites vom Seindl, des Magmabasaltes von Stein bei Fürstenfeld und vom Nephelinbasanite des Steinberges bei Feldbach beschrieben.

Bis jetzt habe ich die Glasschlieren in zweierlei Basaltabarten gefunden.

Die erste Abart ist ein dichtes, grauschwarzes, zart weißgetupftes Gestein, in dem man mit freiem Auge zahlreiche feine Poren und bisweilen Körner von Olivin und Augit feststellen kann. Dünnschliffe, welche sowohl Teile der Glasmasse als auch den angrenzenden Basaltfels treffen, lassen erkennen, daß gegen den Rand der Glasschliere zu die Einschlüsse im Glase an Zahl und an Größe zunehmen. Unter die Mikrolithe und Kristallite mischen sich immer häufiger deutlich bestimmbare Kristalle, unter denen zumal die meist zonar gebauten Augite mit ihren prachtvollen Farbenerscheinungen unter gekreuzten Nicols das Schliffbild beleben. Den eigentlichen Rand der Glasmasse bildet eine dunkle Rinde, welche in einer trüben, tiefgefärbten und stark entglasten Glasmasse verwaschen begrenzte Kristalle enthält. Auf diese Randzone folgt mit allmählich heller werdender Farbe das Muttergestein. Nahe dem Rande sind in ihm reichliche Körner von Erzen (Magnetit und Ilmenit) über den Schliff zerstreut. Die Grundmasse bildet der Hauptsache nach Glas, dessen Entglasung um so weiter fortgeschritten ist, je näher die beobachteten Schliffstellen dem Rande der Schliere zu liegen. In der vorwiegend glasigen Grundmasse fallen an Einschlüssen namentlich blaßbraune Augite und rötlichbraune Olivine auf. Das Gefüge ist vitrophyrisch. Auf die Schlieren in diesem Gesteine bezieht sich die eingangs gegebene Schilderung des Schliffbildes der Glasmasse.

Die zweite, Glas einschließende Basaltabart hat rauhere Bruchflächen und ist grobkörniger als die erste; das unbewaffnete Auge erblickt auf grauschwarzem Untergrunde zahlreiche weiße, strichförmige Feldspatleistchen von 2—6 mm Länge. U. d. M. erscheint die Glasmasse der Schliere aus dieser Basaltabart dunkelbraun gefärbt und voll ähnlicher lichter, länglicher Flecken, wie das Glas der erstgenannten Abart; in den helleren, blaßgelben bis fast farblosen „Fenstern“ aber liegen Entglasungsgebilde von zierlicher, an Ähren, Farrenwedel u. dgl. erinnernder Anordnung. Solche farrenkrautähnliche Entglasungsgebilde erwähnt Sigmund (a. a. O. **17.** p. 531) vom Magmabasalt von Stein in der Nähe von Fürstenfeld. Von außersteirischen Vorkommen schildern zahlreiche

Forscher hellere Entglasungsflecke mit farrenähnlichen Mikrolithgruppen in Basaltgläsern. Die Randzone des normalen Gesteines enthält gegen die Glasschliere zu in einer glasigen Grundmasse hauptsächlich Einsprenglinge von Feldspat, Olivin und Augit. Der Feldspat gehört der Reihe Bytownit—Anorthit an und zeigt prachtvolle Leistenform; in der Nähe der Schliere sind die Leistchen häufig in zwei gabelartige Spitzen ausgezogen. Die Olivine sind am Rande lebhaft rot oder rotbraun gefärbt[1]; seltener hat die Rotfärbung auch schon den gewöhnlich helleren Kern erfaßt. Der blaßbraune, reichlich vorhandene Augit zeigt Zwillings- und Sanduhrbau.

Von dem firnisartig glänzenden Basaltglase, wie es sich in der zuerst erwähnten dichten Basaltabart findet, wurde eine Analyse ausgeführt:

	Gewichts-hundertstel		Molekular-hundertstel
SiO_2	60,29	Säuren	68,66
Al_2O_3	17,59	Tonerde	11,61
Fe_2O_3	1,28	Eisen usw.	4,15
FeO	3,15		
CaO	1,89	CaO	2,28
MgO	0,29	MgO	0,49
K_2O	6,22	K_2O	4,45
Na_2O	7,68	Na_2O	8,36
TiO_2	1,14	zusammen	100,00
MnO	0,08		
H_2O von 110°—1250°	0,17		
zusammen	99,78		

Daraus ergeben sich die Werte:

s = 68,66	a = 13,83
n = 6,52	c = 0
k = 0,83	f = 6,17

Keines der Ergebnisse von acht Analysen basaltischer, obsidianartiger Gläser, die Zirkel[2] anführt, enthält so viel Kieselsäure, wie das Basaltglas vom Steinberge. Auch sonst räumen ihm die Mengenverhältnisse, in denen Wasser, Alkalien, alkalische Erden und Eisenverbindungen auftreten, eine Art Sonderstellung gegenüber den angezogenen Gesteinsgläsern ein, obwohl die Beschreibungen, welche z. B. über den Hyalomelan von der Sababurg, den Tachylit von Bobenhausen und das tachylitartige Basaltglas von der im Jahre 1891 bei Pantellaria entstandenen Vulkaninsel vor-

[1] Die Rotfärbung der Olivine hat H. Möhl (Die Basalte und Phonolithe Sachsens. Nova acta d. Leop.-Carol. Akad. d. Naturf. **36**. No. 4) auch bei sächsischen Basalten häufig beobachtet.

[2] Zirkel, Lehrb. d. Petrographie. (2.) **3**. 91 ff.

liegen, im allgemeinen recht gut mit jener des obsidianartigen Glases vom Steinberge stimmen.

Vergleichshalber wurde auch das dichte, grauschwarze Basalt-Muttergestein (erster Abart) analysiert. Die Probe wurde jedoch nicht der nächsten Umgebung der Glasschliere entnommen, sondern von dem Durchschnittstypus des Basaltes ungefähr in der Steinbruchmitte gewählt. Bevor ich das Ergebnis der Bauschanalyse wiedergebe, will ich das Schliffbild des Gesteines, dessen Tracht bereits weiter vor geschildert wurde, kurz beschreiben.

Der Schliff erscheint dem unbewaffneten Auge im auffallenden Lichte hellaschgrau. U. d. M. bilden Nephelin und Glas eine Art Grundmasse. Ersterer entbehrt der Eigenform und der gleichmäßigen Verteilung über den Dünnschliff; nephelinreichere Stellen wechseln mit nephelinärmeren ab. Im umgekehrten Verhältnisse zur Nephelinmenge steht der örtliche Anteil der Glasmasse an der Zwischenfülle. Das Glas ist meist lichtbraun gefärbt, seltener farblos und zeigt fortschreitende Entglasung.

An Einsprenglingen erkennt man Augit, Olivin, Feldspat und Erze. Der Augit zeigt blaßbraune Farbe, häufig Zonenbau und Zwillingsbildung nach (100); auch Berührungszwillinge kommen vor. Die Auslöschungsschiefe ist oft schwer festzustellen; sie erreicht Werte von 50 Grad und darüber. Olivin tritt spärlich auf. Magmatische Einwirkung hat oft die Ränder seiner Körner verunstaltet. Kleinere Körner zeigen oft zur Gänze rötlichbraune Färbung, bei größeren beschränkt sich die Bräunung auf den Rand und entsendet höchstens längs Rissen gefärbte Äste in das Innere des Kristalls, der häufig Erzkörnchen einschließt. Der Feldspat bildet farblose Leistchen, deren optisches Verhalten sie der Reihe Labradorit—Bytownit—Anorthit zuweist. Die Erze sind in spärlicher Menge über den ganzen Schliff verstreut; Magnetit herrscht gegenüber dem Ilmenit vor.

Trotzdem Nephelinfülle und Glastümpel als eine Art von Grundmasse aufgefaßt werden können, wird das Gefüge doch am besten als hypidiomorph-körnig bezeichnet. Die Zusammensetzung weist das Gestein den Nephelinbasaniten zu. Die Druckfestigkeit des Gesteines wurde mit 2657 kg/cm^2 bestimmt, das Raumgewicht mit 2,91.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt also die völlige Übereinstimmung mit dem Nephelinbasanite, den A. Sigmund (a. a. O.) aus dem alten, sog. Krenn'schen Steinbruche beschrieben hat. Dieser Bruch liegt einige hundert Meter südwestlich des neuen, großen Aufschlusses. Lagerungsverhältnisse und Gesteinsbeschaffenheit lassen den Schluß zu, daß das neu aufgedeckte, früher unter Gehängschutt begraben gewesene Gestein mit abnehmender Mächtigkeit zum alten Steinbruch hinüberstreicht. Interessant sind die Absonderungsformen des Basaltes im neuen Steinbruche. Zu unterst

beobachtet man eine Fluidalstruktur, ins Große übertragen; lange, drei- und mehrkantige, dünne Stengel sind zu Strahlenbüscheln und wellig gebogenen Strahlenzügen vereinigt. Darüber macht sich eine unregelmäßig parallelepipedische Zerklüftung bemerkbar. Ungefähr in halber Höhe des Bruches herrscht die gewöhnlich beim Basalte beobachtete säulige Absonderung vor; diese wird wiederum von einer eben- bis schalig-plattigen, stellenweise von einer kugelig-schaligen abgelöst. Gegen den Abraum im Hangenden zu wird wieder eine unregelmäßig parallelepipedische Zerklüftung herrschend.

Die Analyse ergab:

	Gewichtshundertstel		
SiO_2	45,88		
Al_2O_3	18,99	s =	51,92
Fe_2O_3	2,22	a =	4,15
FeO	6,61	c =	2,62
CaO	9,93	f =	13,23
MgO	5,36	n =	7,82
K_2O	2,34	k =	0,67
Na_2O	5,52		
TiO_2	2,52		
MnO	0,31		
H_2O bis 110°	0,16		
H_2O von 110°—1250°	0,10		
zusammen	99,94		

Zum Vergleiche wurden die Analysen dreier steirischer Basalte ausgewertet. Es wurde gefunden:

Feldspatbasalt von Weitendorf (Analyse von H. Leitmeier nach C. Preiss)[1]:

s =	53,88	a =	1,99
n =	6,44	c =	5,06
k =	0,64	f =	12,95

Magmabasalt von Stein bei Fürstenfeld (Analyse von R. v. Zeynek nach A. Sigmund, a. a. O.):

s =	51,55	a =	2,90
n =	7,09	c =	3,44
k =	0,74	f =	13,66

Hauynreicher Nephelinit vom Hochstraden, Gleichenberg Süd (Analyse von A. Jäger nach A. Sigmund, a. a. O.):

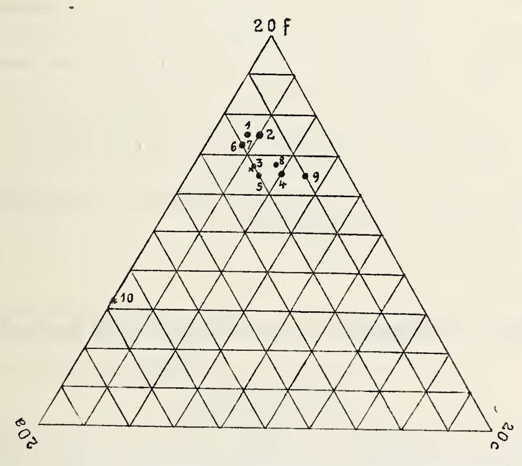
s =	48,41	a =	4,01
n =	7,93	c =	1,34
k =	0,57	f =	14,65

(Rechnungsergebnisse etwas von jenen abweichend, welche Reinisch, Petrographisches Praktikum, II. Teil, angibt.)

---

[1] C. Preiss, Die Basalte vom Plattensee, verglichen mit denen Steiermarks. Mitt. naturw. Ver. f. Steiermark. **45**. 55.

Die Analysenwerte des Gesteines vom Stradnerkogel zeigen eine ziemlich gute Übereinstimmung mit jenen des Basaltes vom Steinberge bei Feldbach. Die Unterschiede liegen nur in der kleineren Säureziffer des Nephelinites, der etwas geringeren Tonerde und Magnesiaführung und des größeren Kalkgehaltes (Hauynführung!). Größer noch sind die Ähnlichkeiten zwischen dem Magmabasalte von Stein und dem ja gleichfalls glasführenden Feldbacher Gesteine. Etwas weiter abseits steht der Basalt von Weitendorf, eine Feststellung, die im Schrifttume bereits auf Grund des mikroskopischen Befundes gemacht wurde. Die enge Zusammengehörigkeit der erstgenannten drei Gesteine zu einem Gau zeigt auch ein Blick auf das am Schlusse wiedergegebene OSANN'sche Dreieck.



× = Basalt vom Steinberge bei Feldbach, neuer Steinbruch.
1 = basaltischer Trachybasalt, Volvic, Auvergne (mit 0,44 MnO).
2 = Trachydolerit, Löwenburg im Siebengebirge.
3 = phonolithoider Nephelinbasanit, Chajorra auf Teneriffa.
4 = basaltischer Nephelintephrit, Dobrankatal im böhmischen Mittelgebirge (mit 1,78 TiO_2, 1,55 P_2O_5).
5 = olivinarmer Leucitbasanit, Vesuv; Mittel aus 49 Analysen.
6 = basaltischer Leucittephrit, Falkendorf im böhmischen Mittelgebirge (mit 2,27 TiO_2, 1,33 P_2O_5).
7 = basaltischer Nephelinit, Hochstraden, Steiermark (mit 2,41 TiO_2, 0,89 P_2O_5, 0,35 MnO, 0,36 Cl, 0,64 SO_3); fällt mit No. 6 zusammen.
8 = Magmabasalt, Stein bei Fürstenfeld (Steiermark).
9 = Feldspatbasalt von Weitendorf (Steiermark).
10 = basaltisches Glas vom Steinberge bei Feldbach, neuer Steinbruch.

No. 1—7 nach R. REINISCH, Petrographisches Praktikum. II. Teil. Berlin 1912; No. 8 nach A. SIGMUND, a. a. O.; No. 9 nach H. LEITMEIER in C. PREISS, a. a. O.

Im Dreieck liegt von den dem Petrographischen Praktikum von REINISCH, II. Teil, II. Auflage, entnommenen Werten auswärtiger Gesteine der Analysenpunkt des Leucitbasanites vom Vesuv jenem des Steinbergbasanites sehr nahe. Wie hier der Nephelingehalt in dem höheren Werte für Na_2O zum Ausdrucke kommt, so verursacht dort der Leucitreichtum das Vorherrschen von K_2O gegenüber dem Natron in den sonst recht ähnlichen Analysenwerten. Auch der Trachydolerit von der Löwenburg im Siebengebirge zeigt gewisse chemische Verwandtschaften; auf die petrographische Ähnlichkeit hat bereits A. SIGMUND (a. a. O.) hingewiesen. Nahe steht auch der basaltische Trachybasalt von Volvic in der Auvergne und der basaltische Leucittephrit von Falkendorf im böhmischen Mittelgebirge. Der Analysenpunkt des phonolithoiden Nephelinbasanites von Chajorra auf Teneriffa fällt sogar trotz mancher Unterschiede in den Mengenverhältnissen der einzelnen chemischen Verbindungen mit jenem des Nephelinbasanites vom Steinberge nahezu zusammen.

Die Untersuchung der Gesteine des Steinberges bei Feldbach und ihrer Lagerungsverhältnisse soll fortgesetzt werden. Für Übersehen im Schrifttume bei der vorliegenden Arbeit wolle der Umstand als Entschuldigung gelten, daß der Verfasser Kriegsdienste leistet.

Feldbach, im Jänner 1917.

Machairodus im Höhlendiluvium von Mähren und Niederösterreich[1].

Von Privatdozent Dr. **Jos. Woldřich** in Prag.

Mit 2 Textfiguren.

Bei Brünn in Mähren fand ich im untersten Höhlenlehme einer Höhle der Stranská skála (Malm β) nebst zahlreichen anderen diluvialen Säugetierzähnen und -knochen einen durch seine Plattheit auffallenden Felidenreißzahn in Gesellschaft von *Felis spelaea*, *Hyaena spelaea*, *Ursus spelaeus*, *Elephas primigenius*, wahrscheinlich auch *Elephas antiquus*. Er gehört einer diluvialen *Machairodus*-Art an und wurde bereits während meines Studienaufenthaltes in Berlin bestimmt. Ich möchte bei dieser Gelegenheit Herrn Geheimrat Prof. W. BRANCA sowie Herrn Prof. STREMME (damals Privatdozent und Assistent) für ihre werte Zuvorkommenheit, die sie mir entgegenbrachten, meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Nach BOULE[2] tritt die Gattung *Machairodus* in Europa zum ersten Male im Eocän auf; aus dem mittleren Miocän kennt

[1] Eine eingehende Beschreibung veröffentlichte ich in den Publikationen der böhmischen Akademie der Wissenschaften zu Prag, 1916.

[2] M. BOULE, Revision des espèces européennes de *Machairodus*. Bullet. de la soc. géol. de France. 1901. p. 551. — Derselbe: Les grands chats de Cavernes. Annales de Paléont. Paris 1906.

man *M. palmidens* Blainv. und *M. Jourdani* Filh., aus dem oberen Miocän *M. aphanistus* Kaup. Aus dem Pliocän sind bekannt die Arten *M. cultridens* Cuv. und *M. crenatidens* Weith. sowie *M. Nestianus*, während aus dem Diluvium eine einzige Art, nämlich *M. latidens* Owen (England, Frankreich, Ligurien) angeführt wird. In Mitteleuropa fand wohl zum ersten Male Überreste dieser Art Freudenberg [1] im Höhlendiluvium von Hundsheim in Niederösterreich.

Im Diluvium Amerikas ist der parallele Ast der Śmilodonten bei weitem mehr spezialisiert; man kennt hier einige diluviale Arten.

Die Krone der oberen Reißzähne von *Machairodus* besteht aus 3 Loben, dem vorderen Protostyl, mittleren Paracon und hinteren Metacon. Bei den miocänen Arten ist der Protostyl durch eine tiefe Rinne in 2 selbständige Spitzen geteilt (z. B. bei *M. aphanistus*), bei pliocänen Arten ist er nicht geteilt, während bei den diluvialen Nachkommen diese Zweiteilung, wie wir zum ersten Male hier feststellen können, abermals auftritt. Es sind eben die von uns hier beschriebenen oberen Reißzähne von diluvialen Machairoden die ersten und wohl einzigen, die man aus Europa kennt.

Die Zugehörigkeit des mährischen Reißzahnes zur Gattung *Machairodus* verrät sich durch seine auffallende und charakteristische Plattheit, die ungewöhnliche Schärfe seiner Zahnschneide, die teilweise Kerbung an den distalen und proximalen Rändern der einzelnen Loben, das Fehlen des Protocon an der Innenseite der Krone (vergl. Fig. 1).

In seinen Dimensionen und nach seiner rauhen Oberfläche erinnert unser Zahn am ehesten an die pliocäne Art *M. crenatidens* aus dem Val d'Arno, die von Fabrini [2] beschrieben wurde; ihre Kronenlänge ist gleich, der mittlere Lobus ist in unserem Falle etwas höher, die Zahndicke noch geringer als bei der pliocänen Art. Was jedoch den mährischen Zahn von *M. crenatidens* wesentlich unterscheidet, ist die Zweiteilung des Protostyls (siehe Fig. 1).

In dieser Beziehung stimmt er jedoch mit dem von Freudenberg gefundenen oberen Reißzahn [3] von *M. latidens* Owen überein (Fig. 2). Er unterscheidet sich von letzterem wiederum durch die Rauhheit der Kronenoberfläche, seine größeren Dimensionen und die Kerbung an den Lobenrändern, wie ich gelegentlich am Originale im Hofmuseum [4] zu Wien feststellen konnte.

---

[1] W. Freudenberg, Die Fauna von Hundsheim in Niederösterreich. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1908. p. 197.

[2] M. Fabrini, I *Machairodus* del Val d'Arno sup. Bollet. del R. Com. geol. d'Italia. 1890. Taf. 4—6. p. 121, 161.

[3] Am Gipsabgusse ist die Zweiteilung nicht zu sehen.

[4] Dasselbe wurde mir bereitwilligst von Herrn Kustos Prof. F. X. Schaffer zum Vergleich zur Verfügung gestellt.

	Kronen-länge	Höhe des mittl. Lobus	Zahndicke beim hint. Lobus	Kronen-oberfläche
M. crenatidens	mm	mm	mm	
Val d'Arno . . .	45	18	13	rauh
Machairodus n. sp.				
Stránska skála .	43	20	10	rauh
M. latidens				
Hundsheim . . .	40	16	12	vollständig glatt



Fig. 1. *Machairodus moravicus* n. sp. Oberer linker Reißzahn von der Außenseite. (Natürl. Größe.) Alt-Quartär (n. *El. antiquus*), Höhle Stranská skála b. Brünn, Mähren.

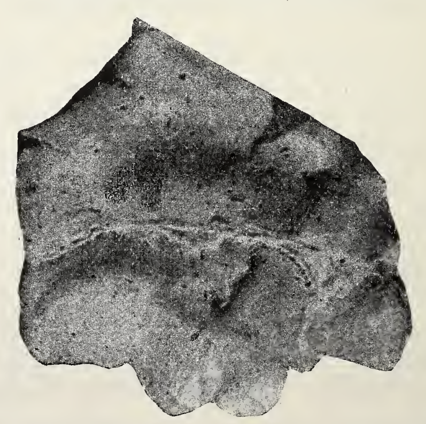


Fig. 2. *Machairodus latidens* Owen. Oberer rechter Reißzahn von der Außenseite. (Natürl. Größe.) Alt-Quartär, Hundsheim, N.-Österreich.

Eine Zweiteilung des Protostyls der oberen Reißzähne kommt bei den miocänen *Machairodus*-Arten vor, während sie den pliocänen Arten fehlt. Sie tritt aber abermals bei den von uns beschriebenen

diluvialen Arten auf. Wohl handelt es sich hier um ein atavistisches Merkmal, welches an einen ursprünglich primitiveren Stand dieser Feliden erinnert. Es ist gewiß interessant, daß dasselbe auch bei amerikanischen diluvialen Smilodontenarten auftritt, so bei *Smilodon neogaeus*[1], wahrscheinlich auch bei *S. californicus*, schließlich auch bei einer kleineren Art *S. gracilis*[2].

Aus einem Vergleiche des mährischen und Hundsheimer Reißzahnes erhellt, daß sie zwar in der atavistischen Zweiteilung des vorderen Lobus übereinstimmen, sonst jedoch vielfach sich voneinander unterscheiden, wie oben angeführt wurde. Da die Zugehörigkeit des Hundsheimer Oberkiefers zum diluvialen *Machairodus latidens* Owen infolge des gleichzeitigen Auffindens von unzweifelhaften Skelettresten dieser Art feststeht, bin ich der Ansicht, daß der durch die rauhe Kronenoberfläche, seine Dimensionen und noch anders von jenem abweichende Reißzahn aus der Höhle bei Brünn einer anderen, neuen diluvialen Art angehört, die ich *M. moravicus* n. sp. benennen will.

Die Vergesellschaftung von *M. moravicus* mit *Elephas antiquus* läßt wohl auf ein hohes diluviales Alter schließen.

Geolog.-paläontol. Institut der böhm. Universität in Prag.

Der Korallenfundpunkt im Lurloch bei Semriach.

Von Ingenieur **Hermann Bock** (Graz, derzeit im Felde).

Mit 1 Profil.

Mit Beziehung auf die von Penecke[3] angeführten Korallen aus dem Schöckelkalk des Lurloches bei Semriach gebe ich bekannt, daß sich der im Lurloch befindliche Aufschluß der korallenführenden Schichten in 3000 m Entfernung vom Eingange in dem mit Walhalla bezeichneten Riesendome der Höhle befindet, und zwar dort, wo das periodische Höhlengerinne mit steiler Blockhalde zum ständigen unterirdischen Bachlauf abbricht[4]. In den Felsen der Sohle zeigen sich dunkle, vom Hochwasser glatt gescheuerte Kalke, in welchen man die Zeichnung von Korallen wahrnimmt. Das Liegende ist ein dunkler, gestreifter Kalk

---

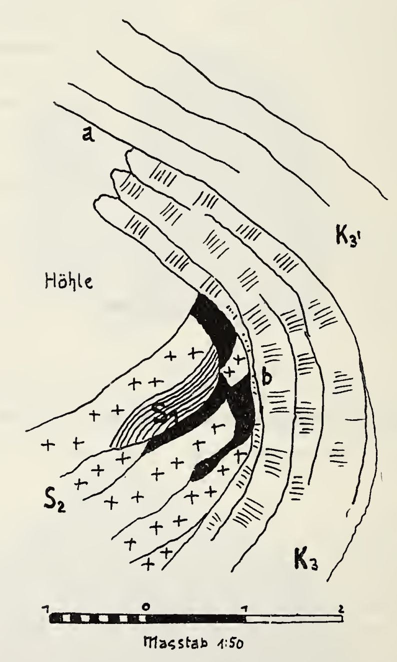
[1] Nach einem Gipsabguß zu urteilen, der mir freundlichst von Herrn Kustos Prof. Drevermann aus dem Senckenberg'schen Museum in Frankfurt zugeschickt wurde. Ich verdanke ihm auch eine Photographie von *Smil. californicus*.

[2] E. D. Cope, The fossil Vertebrata from the fissure at Port Kennedy. Proceed. Acad. natur. Sciences. Philadelphia 1895. p. 446.

[3] Dies. Centralbl. 1915. p. 243.

[4] Hierfür muß auf meine in Aussicht stehende Monographie des Lurloches bei Semriach verwiesen werden.

(K_3 und $K_{3'}$ im beigegebenen Profile); zwischen den Bänken des Korallenkalkes (S_2 im Profile) zeigt sich an einer Stelle graugrüner phyllitischer Schiefer (S_1) und die im Profile schwarz eingezeichneten Quarzite. Die Schichten streichen nur Ost—West und fallen bei *a* unter 28°, bei *b* unter 82° gegen Süden. Die dunklen korallenführenden Kalke lassen sich nach aufwärts gegen Semriach zu an mehreren Stellen nachweisen, ohne daß es bisher gelungen wäre, auch nur annähernd bestimmbare Fossilien darin zu finden.



Profil durch den Korallenaufschluß im Lurloch.

In einzelnen Profilen läßt sich deutlich erkennen, daß der dunkle Kalk, der den Korallenbänken des Lurloches und des Badelgrabens (siehe Penecke, l. c. p. 243) entspricht, von grauen Bänderkalken und lichtgelben kristallinen Kalken unterlagert wird; das ist typischer Schöckelkalk. Über den korallenführenden Bänken des Lurloches liegt bis über 300 m mächtig die große Schöckelkalkmasse der Tanneben bei Peggau, die in jeder Beziehung dem Schöckelkalk entspricht. Das Liegende und das Hangende der Korallenschichten ist petrographisch vollständig gleich und die korallenführenden Bänke sind eine Einlagerung im Schöckelkalk und können nicht von ihm getrennt werden.

Besprechungen.

Rudolf Vetter: Beiträge zur Kenntnis der analytischen Eigenschaften der Kohlenstoffmodifikationen und orientierende Versuche über ihre Existenzbedingungen. (Technische Studien, herausgegeben von H. Simon. Heft 18. Berlin-Oldenburg bei Gerhard Stalling. 1916. 79 p.; auch Dr.-Ing.-Dissertation der Techn. Hochschule, Berlin.)

Verf. beginnt seine interessante Arbeit mit vorläufigen Mitteilungen, in denen er an der Hand der bisherigen Literatur die analytischen Eigenschaften und die Trennung der Kohlenstoffmodifikationen, sowie die Entstehungsursachen der letzteren eingehend bespricht. Er hebt hervor, daß man nicht nur über den molekularen Aufbau von Diamant, Graphit und amorpher Kohle sehr unvollkommen unterrichtet ist, sondern daß man auch von ihrem chemischen Verhalten noch zu wenig weiß, um auf diesem Wege mit Sicherheit die verschiedenen Modifikationen des Kohlenstoffs kennzeichnen zu können. Deren chemische Natur genügend aufzuklären, ist Verf. bestrebt; es erwies sich aber als hierzu erforderlich, die chemischen Methoden der Unterscheidung und Trennung besser als bisher auszubilden und sich ferner über die Entstehungsbedingungen der einzelnen Modifikationen ein möglichst vollkommenes Bild zu machen. Am genauesten bekannt geworden ist nach den bisherigen Arbeiten der Diamant, der wegen seiner Reinheit und ausgezeichneten Kristallisation für die mineralogische, physikalische und chemische Untersuchung am geeignetsten ist und der andererseits wegen seiner Kostbarkeit am meisten Anreiz zur synthetischen Nachbildung bietet. Viel zahlreicher als beim Diamant, aber sich vielfach widersprechend, sind die analytischen Angaben über den Graphit, seltener wieder die Versuche, die eine Trennung von Graphit und amorphem Kohlenstoff anstreben. Bei der Besprechung des letzteren wird hervorgehoben, daß es sich hierbei vielfach um hochmolekulare Kohlenstoffverbindungen mit außerordentlich wenig Wasserstoff und außerordentlich hohem Äquivalentgewicht handle und daß die Kohlen, je reiner sie sind, desto widerstandsfähiger gegen chemische Einflüsse werden. Der Eindruck, den Verf. von seinen eingehenden Literaturstudien gewonnen hat, ist der, daß trotz aller bisherigen Arbeiten unsere Kenntnisse über die Natur der amorphen Kohle und des Graphits — bei Diamant sind die Verhältnisse günstiger — noch derart lückenhaft sind, daß es durchaus notwendig ist, sich weiter mit ihrer Entstehung zu befassen, sei es auf mehr analytischem Weg, von dem bisher zunächst allein die Rede war, sei es durch Untersuchung der

Existenzbedingungen der Modifikationen des Kohlenstoffs, über die wir uns ebenfalls noch vielfach sehr im unklaren befinden.

Über das Gleichgewicht amorphe Kohle — Graphit läßt sich leider nach unseren heutigen Kenntnissen nichts Näheres feststellen. Daß Graphit die bei den höchsten Temperaturen stabilste Modifikation des Kohlenstoffs ist, ist bekannt. Es ist aber wohl leichter Graphit aus Kohlenstoffverbindungen abzuscheiden, als amorphen Kohlenstoff in Graphit umzuwandeln. Diese Verbindungen müssen aber sehr einfach sein, wie die Karbide, da bei höheren organischen Substanzen stets die Gefahr einer Bildung schwer sich weiter umwandelnder, unter dem Namen „amorpher Kohlenstoff" zusammengefaßter, sehr sauerstoff- und wasserstoffarmer Komplexe besteht. Tatsächlich ist auch schon häufig Graphit aus Karbiden oder ähnlichen Verbindungen abgeschieden worden, und zwar bei verhältnismäßig niedriger Temperatur. Sehr unsicher ist es, ob Diamant direkt in Graphit übergeht.

Interessanter, aber kaum besser geklärt ist das Gleichgewicht Diamant — Graphit vom Standpunkt der Diamantenbildung aus betrachtet. Verf. geht hier aus von den Untersuchungen von Baur, Sichling und Schenker (N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. -145-), gelangt jedoch zu der Ansicht, daß man entweder die Hypothese von Baur ganz fallen lassen oder oft eine darnach metastabile Bildung des Diamants annehmen müsse, wobei er sich für das letztere entscheidet. Versuche, Graphit oder amorphe Kohle unter hohem Druck und hoher Temperatur in Diamant umzuwandeln, scheinen ihm aussichtslos, etwas günstiger wären die Versuche zur Abscheidung von Diamanten aus Gasen. Bei der Bildung von Diamant in Schmelzflüssen wird festgestellt, daß die Schmelzen stets Elemente enthalten, die zu einer Karbidbildung befähigt sind, und daß es scheint, als ob sich bei allen diesen Schmelzflüssen zur Lösung von Kohlenstoff (Moissan, v. Hasslinger, Friedländer etc.) Karbide bilden, die entweder noch weiteren Kohlenstoff zu lösen vermögen oder bei tieferer Temperatur in kohlenstoffärmere Verbindungen übergehen. Dies ist für die Entstehung von Diamant wichtiger, als die rasche Abkühlung.

Diesem ersten mehr referierenden Teil folgt der zweite experimentierende, bei dem aber bezüglich der Einzelheiten noch mehr auf die Arbeit selbst verwiesen werden muß, als dort. Die ausgeführten Versuche sind folgendermaßen zusammengestellt:

I. Beiträge zur Kenntnis der analytischen Eigenschaften der Kohlenstoffmodifikationen.

A. Zur Charakteristik von Diamant.

1. Die Wirkung verschiedener Schmelzen auf Diamant und Siliciumkarbid (Analyse der verschiedenen Materialien; Einwirkung von Kaliumhydroxyd, Alkalicarbonat, Cyanid,

Cyanat und Rhodanat, Magnesiumchlorid, Natriumwolframat, -molybdat und -borat, Schwefelnatrium und Natriumsulfaten).

2. Trennung von Diamant und Siliciumkarbid.

Faßt man die in diesem Abschnitte beschriebenen Beobachtungen über Diamant kurz zusammen, so ergibt sich, daß er von einer Ätzkalischmelze auch unter Zusatz von Bleioxyd nicht angegriffen wird, während Alkalicarbonate bei Gegenwart von Nitrat schon bei viel tieferer Temperatur als Moissan und in neuester Zeit Colomba gefunden haben, d. h. gleich über ihrem Schmelzpunkte, darauf einwirken. Auffallend rasch wird Diamant ferner von geschmolzenem Kaliumcyanat zerstört, und auch eine Schmelze von Natriumbisulfat ist im Gegensatze zu den bisherigen Literaturangaben durchaus nicht wirkungslos.

Von beigemischtem Siliciumkarbid läßt sich Diamant durch Schmelzen mit einem Gemisch von Natriumthiosulfat und Natriumfluorid reinigen; denn er ist dagegen vollständig passiv, während Karborundum davon glatt aufgeschlossen wird.

Dieses letztere zeigt außerdem eine geringere Widerstandskraft als Diamant gegen Kalilauge bei Anwesenheit von Bleiglätte und gegen ein Schmelzgemisch von Natriumwolframat und -molybdat.

Als Ergänzung zu den bis jetzt bekannten Eigenschaften von Siliciumkarbid konnte ferner festgestellt werden, daß dasselbe von einer Kaliumcyanatschmelze angegriffen wird, während Kaliumcyanid und Rhodanat sowie geschmolzenes wasserfreies Magnesiumchlorid, Kaliummetall bei 600° und Bariumsuperoxyd bei Rotglut darauf ohne jede Einwirkung sind.

B. Zur Charakteristik von Graphit und amorpher Kohle.

1. Die Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure. (Reine Schwefelsäure, Verwendung von Überträgern, Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure).

2. Einwirkung von Kalilauge auf Graphit und amorphe Kohle.

3. Einwirkung von Kohle auf Silber- und Kupfernitrat.

Kurz zusammengestellt ergibt sich aus dem vorstehenden Abschnitte das Folgende:

Durch die Einwirkung von konz. Schwefelsäure bei Gegenwart von Quecksilbersulfat ist es möglich, die aus hochorganischen Stoffen entstandenen amorphen Kohlen zu zerstören, während andere, reinere und sicher weniger hochmolekulare Kohlen sowie Graphit unangegriffen bleiben. Diese Methode kann in den Fällen zur Bestimmung des Graphitgehaltes eines Kohlengemisches dienen, wo nach ihrer Anwendung nur deutlich kristallisierter Graphit übrig bleibt.

Dessen Reinheit läßt sich dann wenigstens qualitativ bestätigen durch Kochen mit konz. Schwefelsäure und Salpetersäure, wenn

nach Verdünnen mit Wasser und Filtrieren beim Waschen mit Ammoniak kein schwarzes Filtrat entsteht.

Ein Beweis dafür, daß die Reaktionsfähigkeit mit Schwefelsäure von rein physikalischen Unterschieden oder solchen in der Struktur der verschiedenen Kohlenmoleküle abhängt, und nicht von Verunreinigungen bedingt wird, die einen mehr oder weniger basischen Charakter der betreffenden Kohle veranlassen könnten, liegt darin, daß sich auch mit Kalilauge genau dieselbe Reihenfolge für die Reaktionsfähigkeit der einzelnen Kohlenarten aufstellen läßt; nur sind die Unterschiede hier nicht so markant wie bei Schwefelsäure.

Für die feinere Differenzierung der amorphen Kohlen hat sich dagegen eine Reduktion von Silbernitrat in wässeriger Lösung als sehr bequem gezeigt. Sie ist viel leichter und rascher ausführbar als die Messung der mittels Hypochlorit gebildeten Kohlensäure oder als die Bestimmung der Ausbeute an Mellithsäure nach H. Meyer.

II. **Orientierende Versuche über die Entstehungsbedingungen der Kohlenstoffmodifikationen.**

A. Abscheidung von Kohle aus Karbiden und anderen einfachen Kohlenstoffverbindungen.

1. Zersetzung von Karbiden mit Schwefel.

2. Zersetzung von Karbiden mit Metallchloriden. Eisen als Lösungsmittel.

3. Einwirkung von Karbiden auf Cyan- und Rhodanverbindungen.

4. Kohle aus Rhodanat, Ferrocyankalium oder Kohlensäure.

Zusammenfassend läßt sich aus den beschriebenen Reaktionen feststellen, daß eine Graphitbildung aus Aluminium- oder Calciumkarbid bei Wärmegraden, die tiefer als die bekannten Bildungstemperaturen des Graphits liegen, im allgemeinen mit den verwendeten Zersetzungsmitteln nicht möglich war. Einzig Schwefel und Magnesiumchlorid machen davon eine Ausnahme. Eine Begründung dafür läßt sich noch nicht angeben; denn die einzige Möglichkeit, daß nämlich diese Stoffe in geschmolzenem Zustande Lösungsmittel für Kohlenstoff sind, ist nach den im ersten Teil über die Angreifbarkeit von Diamant gemachten Beobachtungen wenigstens für Magnesiumchlorid ausgeschlossen.

Trotzdem scheint dieses wie so viele andere Kristallisationsvorgänge auch die Graphitbildung zu begünstigen, denn aus Ferrocyankalium entsteht ebenso in Magnesiumchlorid eine stark graphithaltige Kohle.

Im übrigen ist der Schluß wohl erlaubt, daß ein Druck bis zu 400 Atm. die Graphitbildung nicht merklich fördert, denn es entstanden in der Bombe nur dann Graphite, wenn die Temperatur zum mindesten diejenige von schmelzendem Eisen erreicht hatte;

bei dieser ist aber auch jederzeit eine Graphitbildung ohne Druck möglich.

Daß Cyanat und Rhodanat mit den Karbiden keine oder nur sehr wenig, Cyanid aber eine acetylenrußartige Kohle abscheidet, war zu erwarten; viel auffallender ist, daß Calciumkarbid und Aluminiumkarbid mit rein anorganischen Reagenzien wie Kupferchlorid oder Eisenchlorür eine leicht zerstörbare, also hochmolekulare amorphe Kohle geben. Es erscheint infolgedessen wahrscheinlich, daß die Reaktion nicht direkt, sondern unter Bildung von organischen Zwischenprodukten verläuft. Leider führten die Bemühungen, bei der Reaktion Kupferchlorid-Calciumkarbid dieselben zu fassen, zu keinem Resultat; doch es dürfte ihre Isolierung eine der Hauptaufgaben weiterer Versuche zur Erforschung der Entstehungsbedingungen von Graphit sein.

B. Versuche zur Umwandlung von amorpher Kohle in eine kristallisierte Form.

1. Versuche in Salzschmelzen.

C. Versuche zur Darstellung von Diamanten.

1. Nachprüfung der Versuche von Moissan.

2. Untersuchung von Calcium- und Aluminiumkarbid.

3. Diamanten aus Karbiden.

Prüfung der unter A dargestellten Kohlen auf Diamant. Thermitschmelzen mit Zugabe von Pyrit.

Zum Schluß gibt Verf. noch die folgende kurze Zusammenfassung seiner ganzen Untersuchung:

Im ersten Teile der Arbeit wurde die Beständigkeit von Diamant und Siliciumkarbid gegen eine ganze Reihe von Schmelzen geprüft und dabei festgestellt, daß Siliciumkarbid gegen Kalilauge, besonders bei Zusatz von Bleioxyd, ein Gemisch von Natriumwolframat und -molybdat und vor allem gegen Natriumthiosulfat viel weniger beständig ist als Diamant.

Mit Hilfe dieser letzteren Schmelze ließ sich eine quantitative Trennung für Siliciumkarbid und Diamant ausarbeiten, die gestattet, aus einem Gemisch der beiden Körper das Siliciumkarbid sicher zu entfernen, und die bei der Aufarbeitung von Reaktionsprodukten zur Herstellung künstlicher Diamanten gute Dienste leistet.

Ferner zeigte sich, daß gewisse Sorten amorpher Kohle, und zwar die aus hochorganischen Stoffen entstandenen, also sicher hochmolekularen und noch etwas sauerstoff- oder wasserstoffhaltigen, von Schwefelsäure in Gegenwart von Merkurisulfat gelöst werden, während andere, wie Acetylenruß, sich völlig passiv verhalten, und auch Graphit nicht im geringsten angegriffen wird. — Mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure ist es dagegen möglich, qualitativ alle amorphen Kohlen von Graphit zu unterscheiden,

während Kalilauge keine für die Analyse von Graphit und amorphen Kohlen brauchbaren Reaktionen gibt.

Ein weiteres Charakteristikum für amorphe Kohle ist schließlich ihre starke Reduktionswirkung. Sie ist sogar imstande, eine verdünnte wässerige Silber- oder Kupfernitratlösung unter Bildung von Kohlensäure bis zum Metall zu reduzieren und macht dabei äquivalente Mengen von Silber oder Kupfer frei. Diese scheiden sich meist als schöne glänzende Flitter in der Lösung aus. — Mittels dieser Reaktion wurden verschiedene amorphe Kohlen charakterisiert und dabei wieder eine größere Reaktionsfähigkeit der hochmolekularen, weniger reinen Arten festgestellt.

Im zweiten Teile werden Kohlenabscheidungen aus Karbiden, Cyan- und Rhodanverbindungen beschrieben. Die Wahl eines geeigneten Lösungsmittels ermöglicht dabei auch bei mittlerer Temperatur die Bildung von Graphit. Als besonders günstige Fälle wurden so z. B. aus Aluminiumkarbid bei der Zersetzung in geschmolzenem Schwefel bei 400—500^0 eine fast theoretische Kohlenausbeute mit 40% Graphitgehalt erzielt und bei Verwendung von wasserfreiem Magnesiumchlorid bei 750^0 sogar eine zu drei Vierteln aus Graphit bestehende Kohle.

Zum Schlusse wurden noch Versuche unternommen, die gleichfalls auf dem Weg über die Karbide zur Bildung von Diamant führen sollten. Eine solche wurde wahrscheinlich erreicht, als bei der Temperatur einer Thermitschmelze Calciumkarbid oder intermediär gebildetes Eisenkarbid auf Pyrit wirkten.

Es ist in dem vorliegenden Aufsatz nicht nur der gegenwärtige Stand der wichtigen in Rede stehenden Frage übersichtlich kritisch dargelegt, sondern es ist auch wohl mancher bisher dunkle Punkt aufgehellt oder doch der Aufklärung näher geführt. Besonders nützlich ist auch im 1. Teil die recht vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Literatur. Noch viel besser wäre es aber gewesen, wenn Verf. jedem Zitat die Jahreszahl des Erscheinens der betreffenden Arbeit beigefügt hätte, was er leider durchweg unterlassen hat. **Max Bauer.**

Personalia.

G e s t o r b e n: Am 6. März d. J. Prof. Dr. **Ernst Wilhelm Benecke** in Straßburg i. E., der während der Jahre 1879—1884 die Redaktion des Neuen Jahrbuchs f. Min. etc. geführt hat.

Geh. Bergrat Dr. **Wilh. Branca,** o. Professor für Geologie und Paläontologie an der Universität B e r l i n tritt von seinem Lehramte zurück.

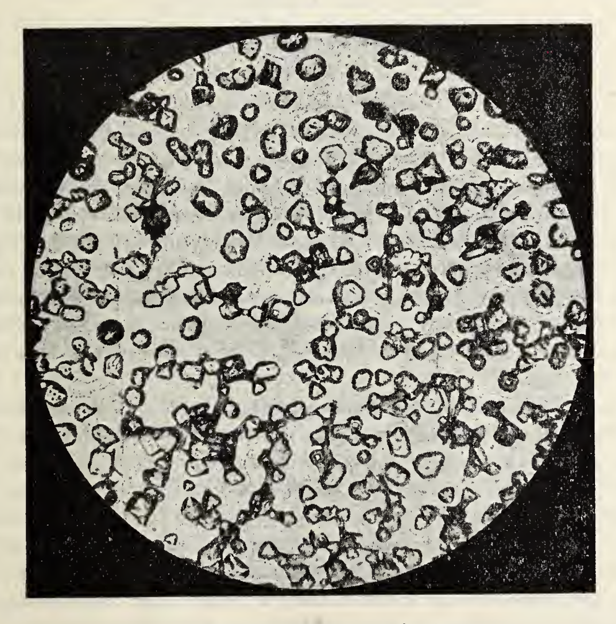
Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Gesetzmäßige Kristallisation des Natriumchlorids auf Glimmer.

Von **Georg Kalb**, Greifswald.

Mit 1 Textfigur.

Jeder kennt den grundlegenden Versuch der Kristallisation des Kaliumjodids auf Glimmer, der zuerst von Frankenheim[1] ausgeführt wurde. Später haben sich Mügge[2] und Barker[3] mit dieser Erscheinung beschäftigt. Diese Forscher haben auch den



16 : 1. NaCl mit NaOH auf Glimmer.

naheliegenden Versuch der Kristallisation des Natriumchlorids auf Glimmer gemacht, doch ohne Erfolg.

Bei der Wiederholung dieser Versuche fiel es mir auf, daß die Kaliumjodidlösung den Glimmer sehr stark benetzt, während die Tropfen der Natriumchloridlösung sich nur wenig auf dem

[1] Ann. d. Phys. u. Chem. 1836. **37.** p. 520.
[2] Dies. Centralbl. 1902. p. 353.
[3] Zeitschr. f. Krist. **45.** p. 1. 1908.

Glimmer ausbreiten oder nach der Ausbreitung mit dem Glasstab sich wieder stark zusammenziehen. Durch Hinzufügung von Natronlauge zur Natriumchloridlösung gelang es mir, diesen Unterschied bei den Versuchen auszuschalten; jetzt zeigte sich das gleiche Ergebnis wie bei der Kristallisation von Kaliumjodid auf Glimmer.

Natriumchlorid kristallisiert also aus Natronlauge auf Glimmer so aus, daß eine dreizählige Achse des Würfels senkrecht zur Glimmerbasis steht und eine Zone (100):(111) des Natriumchlorids mit der Zone (001):(010) des Glimmers zusammenfällt.

Was ist eine Arbeitshypothese?

Von **Max Semper** in Aachen.

Mit 1 Textfigur.

Bei einer mehr durch Zufall als durch zielbewußte Absicht geleiteten Umschau in der jüngsten geologischen Literatur fiel mir die häufige Heranziehung des Begriffs „Arbeitshypothese“ auf und zugleich schien nicht genügend bekannt zu sein, unter welchen Bedingungen und innerhalb welcher Grenzen dieser Begriff verwendbar ist. Die von Herrn Alfred Wegener aufgestellte Theorie der Kontinentalverschiebungen eignet sich, nicht ihrer selbst wegen, sondern wegen der Zustimmung, die sie gefunden hat, hervorragend gut dazu, das Wesen einer Arbeitshypothese am Gegenbeispiel auseinanderzusetzen und soll deshalb hier eingehend besprochen werden.

Herr Wegener ging von der Annahme aus, daß der Massenüberschuß der Meeresböden durch die Gesteinsbeschaffenheit dieser Teile der Erdkruste zu erklären sei. Das „Sal“ sei nicht eine geschlossene Hülle, mächtiger unter den Kontinenten, dünner unter den Ozeanen, sondern es sei zerstückelt und durch die wiederholten Gebirgsfaltungen unter Verstärkung seiner Mächtigkeit zusammengeschoben; es bilde nur die Kontinentalblöcke und ließe unter den Ozeanen die zweite, tiefere Schale der Lithosphäre, die spezifisch schwereren Gesteine des Sima, frei hervortreten.

Den eigentlichen Ausgangspunkt der Theorie bildet der bekannte, seit langem zu Spekulationen anreizende Parallelismus der atlantischen Küsten, besonders Südamerikas und Afrikas. Herr Wegener erklärt diesen durch die Annahme, daß der Atlantische Ozean eine riesige Spalte sei; Amerika einerseits, Europa und Afrika andererseits hätten danach einstmals einen einzigen Kontinent gebildet und seien nach der Spaltung auseinandergerückt. Die atlantischen Küsten beider Schollen würden dann die ursprüngliche, durch den Verlauf des Trennungsrisses bestimmte Gestalt bewahrt haben, dagegen zeige das Faltengebirge an der pazifischen Küste Amerikas,

daß hier eine Stauchung stattfand. Amerika sei also nach Westen verschoben und durch den Widerstand des uralten pazifischen Ozeanbodens am vorwärts bewegten Rand zusammengedrückt worden. Faßt man verallgemeinernd alle Faltengebirge auf als Stauchungen am Vorderrand verschobener Kontinentaltafeln, so stellt sich der Himalaja dar als Zeuge für die Anpressung Vorderindiens an den asiatischen Block, und ähnliche Vorstellungen ergeben sich für die Alpen, sowie für die Gebirge und Meerestiefen des australisch-malayischen Gebiets. Die Einzeldurchführung des Gedankens macht noch zahlreiche Hilfshypothesen nötig, auf die nicht eingegangen zu werden braucht, weil sie doch mit der Anerkennung des Grundgedankens stehen und fallen. Als Ursachen der Kontinentalverschiebungen werden Strömungen im Sima genannt, und die Frage nach den Ursachen dieser Strömungen wird nach einigem Umschweif beantwortet durch den Hinweis auf einen „roten Fleck" im Jupiter, der Bewegungen, ähnlich denen der für irdische Kontinente angenommenen, zu erkennen gäbe[1].

Der Gedanke an Kontinentalverschiebungen ist keineswegs neu, wie denn überhaupt in paläogeographischen Dingen schwerlich noch irgendwelche Gedanken ausgesprochen werden können, denen die Geschichte der paläoklimatischen Spekulation nicht irgendwelche Vorgänger zuweist. Die Durchführung scheiterte stets am Widerspruch geologischer Erfahrungen, denn es stellte sich meistens heraus, daß man für alle vermiedenen Schwierigkeiten nur andere, noch unauflöslichere eingetauscht hatte, daß also die Verschiebungstheorie trotz aller Einzelheiten, die für sie sprachen, als Ganzes unförderlich und deshalb unhaltbar war. Dasselbe gilt für die von Herrn Wegener entworfene Gestaltung: wenn die Geologie nicht Beobachtungen anliefert, die nur durch Kontinentalverschiebung verständlich gemacht werden, sondern Erfahrungen enthält, die solcher Annahme grundsätzlich widersprechen, so erweist diese Theorie sich abermals als Irrtum, und für die sonstigen Zustände der heutigen Erdkruste, für den Parallelismus der atlantischen Küsten, sowie für anderes, das mit in diesen Zusammenhang einbezogen werden kann, muß eben anderweitige Erklärung beschafft werden.

Herr Wegener sieht den entscheidenden Beweis, das „experimentum crucis" seiner Theorie in Messungen, aus denen eine jährlich

[1] Alfred Wegener, a) Die Entstehung der Kontinente. Geol. Rundsch. 3. p. 276 ff. 1912; — b) Die Entstehung der Kontinente. Peterm. Mitt. 1912. p. 185, 253, 305; — c) Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Samml. Vieweg, Heft 23. 1915. Im Vorwort seiner letztgenannten Schrift bemerkt Herr Wegener, er habe die Schrift während eines nach Verwundung im Kriege gewährten Erholungsurlaubes verfaßt, um sich früher übernommener Verpflichtungen zu entledigen. Man kann trotzdem nicht daran zweifeln, daß Herr Wegener seine Arbeit für durchaus zur Veröffentlichung geeignet hielt.

4 m betragende Vergrößerung des Abstands zwischen Europa und Grönland hervorgehen soll. Vom geologischen Standpunkt aus betrachtet, sind diese Beobachtungen aber für die Verschiebungstheorie gleichgültig, da niemand sagen kann, seit wie lange diese Veränderung statthat. Horizontalverschiebungen solcher Größenordnung sind außerdem an Spaltenrändern nichts Ungewöhnliches, und zwischen Europa und Grönland ist Platz und Gelegenheit genug, die zu fordernden Spalten anzusiedeln.

Wenn man nun die geologische Begründung betrachtet, die Herr Wegener seiner Theorie zuteil werden ließ, so begreift man nicht, wie solche Unzulänglichkeit verkannt werden konnte. Mit einer genauen Analyse des über die Geschichte des Indischen Ozeans, des Gondwanalandes und über die spätpaläozoische Eiszeit Gesagten kann man niemanden behelligen wollen. Eine abgekürzte Zusammenfassung genügt überreichlich:

Zwischen Australien und Neuseeland bestand noch im Tertiär landfester Zusammenhang, und zwar lag Australien weiter südöstlich, so daß Neuseeland sich ungefähr an seiner heutigen Stelle befand, aber an Neuguinea und die heutige Nordostküste Australiens anstieß. Tasmanien, das bei der späteren Nordwestwanderung des Komplexes etwas zurückblieb, bildete damals eine Brücke zwischen Australien und dem antarktischen Kontinent. Während der spätpaläozoischen Eiszeit lag Südamerika noch westlich an Südafrika angeschlossen, Madagascar, Vorderindien und Australien mit Neuseeland, landfest in dieser Reihenfolge verbunden, östlich daran herangerückt. Dieser Festlandsblock bildete ein Vereisungsgebiet nicht größer als das der nordpolaren Eiszeit im Diluvium nach Auffassung Herrn Wegener's. Madagascar trennte sich erst im Tertiär von Afrika; der triassische und jurassische Meeresarm, dessen Sedimente sich im westlichen Teil der Insel finden, war nur epikontinental und nicht durch eine das Sima bloßlegende Spalte verursacht. Wenn der Himalaja ein im Tertiär gefaltetes Gebirge ist, so kann die Nordwanderung Indiens erst zu dieser Zeit begonnen haben. Dafür zeugt auch die Jugend der bei dieser Abtrennung entstandenen Bruchlinien in Ostmadagascar. Außerdem muß Indien beim Abtrieb eine Drehung erfahren haben, denn ohne solche Annahme würden die Streichrichtungen der alten Falten in Indien und Madagascar nicht in Parallele zu bringen sein.

Die Schicksale Australiens läßt Herr Wegener etwas im dunklen. Er berichtet, in welchen Himmelsrichtungen jetzt die Gleitspuren des australischen, indischen und südafrikanischen Inlandeises verlaufen, erwähnt aber nicht, daß, wenn dieses radial von einem in Afrika gelegenen Mittelpunkt ausgegangen sein soll, Australien sich während seiner mesozoischen Ostwanderung um etwa 135° gedreht haben muß. Zu einer weiteren Ergänzung zwingt die außer acht gelassene Tatsache, daß einer der best

nachgewiesenen vorzeitlichen Kontinente im Jura und in der Kreide westlich vom heutigen Südamerika zwischen dem Wendekreis und 50° Südbreite lag[1], also bei dem damaligen Anschluß von Südamerika und Afrika nach Herrn Wegener noch ein gutes Stück weiter westlich. Mag dieser Kontinent, wie von mancher Seite behauptet wird, auch nur klein gewesen sein, so hatte er doch in meridionaler Richtung ungefähr die Größe Australiens. Da kein Kontinent versunken sein soll, so müßte entweder Australien oder der antarktische Kontinent mit dem verschwundenen südpazifischen „identisch sein", und da der antarktische seiner Größe und Gestalt nach kaum in Frage kommt, so ergibt sich, daß Australien in der Trias um etwa 240 Längengrade nach Osten, in der Kreide wieder etwa 180 Längengrade nach Westen und dann seit Beginn des Tertiärs etwa 20 Breitengrade nach Nordwesten gewandert sein muß.

Von dieser erweiterten Ost- und Westwanderung hat freilich Herr Wegener kein Wörtchen mitgeteilt, ebensowenig davon, daß er in seinen Quellen, etwa in Herrn Dacqué's Grundlagen und Methoden der Paläogeographie oder in Suess' Antlitz der Erde etwas von dem südpazifischen Kontinent gefunden habe. Mit der Erkenntnis, daß der Leser bereit sein muß, aus seinem Wissen das beigebrachte Tatsachenmaterial zu ergänzen, treten wir nun in eine etwas eingehendere Prüfung der Gründe für die Spaltennatur des Atlantischen Ozeans ein. Dafür gibt Herr Wegener die Grundlage in Gestalt einer Rekonstruktion des voratlantischen Kontinentalblocks, die also für die Zeit zwischen hercynischer und alpiner Faltung gültig ist und die Zusammengehörigkeit der tektonischen Linien beiderseits des Atlantik erweisen soll. Dabei ist Amerika so an Europa und Afrika herangelegt, daß die Westsahara sich in den mittelamerikanischen Golf hineinschiebt und Brasilien in den Golf von Guinea.

Der Vergleich der tektonischen Linien zeigt dann das Folgende, wobei in jedem Fall Herr Wegener's Äußerungen[2] vorangestellt sind und die Einwände sowie die Ergänzungen sich anschließen.

1. Die algonkischen Gneisgebirge der Lofoten, Hebriden und von Nordschottland entsprechen denen von Cumberland und Labrador. Die amerikanische Fortsetzung liegt heute nicht in der Verlängerung des europäischen Gebirgszugs; fügt

[1] Von den als Beleg in Frage kommenden Schriften K. Burckhardt's (Revista del Museo de la Plata. **10**. 1900, und Palaeontographica. **50**. 1903) ist mir nur die letztere zugänglich, in der nur von einem Südpazifischen Kontinent die Rede ist. Die im Text genannte Erstreckung findet sich bei Suess (Antlitz der Erde. **3**². p. 359) und Uhlig (Mitt. d. geol. Ges. Wien. **4**. 1911. p. 418) und ist daraufhin hier übernommen.

[2] A. Wegener, l. c. c) p. 63—69.

man aber die Stücke der vorzeitlichen Kontinentalscholle wieder aneinander, so schließt sich das algonkische Gebirge in Canada an das nordeuropäische als unmittelbare Verlängerung an.

(Über die algonkischen Gebirge weiß man im ganzen so wenig, daß Vermutungen über die Zusammengehörigkeit der Linien nicht allzuviel Beweiskraft haben. Die Äußerung Herrn Dacqué's, auf die Herr Wegener sich als Quelle beruft[1], ist ganz gelegentlich getan, und wenn tatsächlich ohne Kontinentalverschiebung die Bruchstücke algonkischer Ketten sich nicht aneinanderschließen lassen, so könnte man eben in diesen Strecken nur selbständige, parallel streichende Gebirge sehen, Zeugnisse für eine Erscheinung, die Suess gerade bei den ältesten Faltungen mehrfach hervorhob.)

2. Das „etwas jüngere" kaledonische Gebirge findet auf amerikanischer Seite seine Fortsetzung in der nördlichen Hälfte Neufundlands, welche sich bei der vorgenommenen Verschiebung Nordamerikas genau an das europäische Ende des Gebirges anschließt.

(Auch mit diesem Argument ist nichts anzufangen. Nach Suess tauchen die kaledonischen Falten in Irland und Wales unter die armorikanischen unter, und wenn man eine Fortsetzung sucht, denkt man eher an die kaledonischen Gebirge der Sahara als an Neufundland. Herr Wegener ist die geologische Begründung seiner These, für die er keine Quelle nennt, schuldig geblieben.)

3. Die Darstellung der armorikanischen Falten schließt sich an Suess an, doch wird an der Annahme, daß nach dieser Meinung ja ein größeres Gebirgsstück versunken sei, als in Europa und Nordamerika erhalten blieb, im Anschluß an Penck Anstoß genommen. Suess glaubte Spuren des versenkten Gebirges aus Tiefenmessungen ablesen zu können[2]. Er wird wie folgt abgefertigt: „Auf der Verbindungslinie liegen einige vereinzelte Erhöhungen des Meeresbodens, die man bisher als Gipfel der versunkenen Kette betrachtet hat; ein Argument gegen die Verschiebungstheorie läßt sich hieraus nicht ableiten, da es gerade bei Riasküsten sehr plausibel erscheint, daß sich während der Verschiebung von ihnen kleinere Brocken ablösen und steckenbleiben"[3].

(In derselben Reihenfolge beantwortet: Es gibt auch hercynische Gebirge in Spanien. Diese bleiben bis auf eine mehr als flüchtige Erwähnung von Herrn Wegener unbe-

[1] E. Dacqué, Grundlagen u. Methoden der Paläogeographie. Jena 1915.
[2] Suess, Antlitz der Erde. 3². p. 61.
[3] A. Wegener l. c. c) p. 64.

achtet, sind aber wichtig, weil die Fortsetzung, die sie nach Norden und Nordwesten gehabt haben müssen, bei der Zusammenschiebung von Irland und Neufundland nirgends unterzubringen ist. Bei einem vom Altai bis zur Grenze von Mexiko, also durch 200 Längengrade ausgedehnten Gebirgszug, bedeuten die 50 Längengrade des Atlantischen Ozeans, auf denen es versenkt ist, nicht gar so viel. Nach der Methode des letzten Arguments kann man die unmöglichsten Behauptungen vor Angriffen schützen wollen. Wir schließen aus vielfachen Beobachtungen, daß Senkungen, wie sie für das interkontinentale Stück des armorikanischen Gebirgs angenommen werden, tatsächlich vorgekommen sein müssen. Dagegen ist die sehr vielen Köpfen höchst unplausible Vorstellung der Kontinentalverschiebungen und des Steckenbleibens abgesprengter Brocken bisher nur eine Behauptung. Wo sind denn die Beobachtungen, aus denen man nur auf das Steckengebliebensein solcher Brocken schließen könnte? Bei der Autorität, die Herr Wegener sich durch seine bisherigen Äußerungen über geologische Fragen erworben hat, ist es ohne Einfluß auf die Überzeugungen anderer, ob ihm etwas plausibel erscheint oder nicht.)

4. Die Endmoränen der diluvialen Inlandeiskappen Nordamerikas und Europas fügen sich bei der Zusammenschiebung aneinander ohne Knick, „was sehr unwahrscheinlich wäre, wenn die Küsten nicht zur Zeit ihrer Ablagerung wirklich zusammengehangen hätten“.

   (Da Herr Wegener dieses Thema für eingehendere Behandlung in einem späteren Kapitel aufhebt, kann man sich hier mit der Feststellung begnügen, daß nach ihm die bisherige Geologie für das Diluvium eine den ganzen nördlichen Atlantik eindeckende Inlandeiskappe annahm[1].)

5. „Das Atlasgebirge in Afrika ist das einzige Gebirge, bei welchem eine solche Fortsetzung auf amerikanischer Seite nicht zu finden ist. Indessen gibt das Fehlen einer Verbindung hier nicht nur kein Argument gegen die Verschiebungstheorie, sondern eher eine Bestätigung; die Faltung des Atlas ist ebenso wie die der Antillen tertiären Ursprungs. Ein Hinüberreichen von der einen Seite zur andern können wir natürlich nur bei solchen Strukturen erwarten, deren Entstehung vor der Trennung der Schollen lag.“

   (Inwiefern wird eine Ansicht dadurch bestätigt, daß eine gar nicht in den Zusammenhang gehörige Erscheinung nichts gegen sie beweist? Solcher „Bestätigungen“ gibt es noch zahllose.)

---

[1] A. Wegener, l. c. c) p. 6.

6. Es werden verglichen die Streichrichtungen der Gebirge in der westlichen Sahara nach der Karte LEMOINE's von 1913[1] und in Südamerika nach 12 Zeilen aus dem Antlitz der Erde von 1888[2]. Um Südamerika an Afrika heranzubringen, mußte es etwas gedreht werden. Die Streichrichtungen sind nicht in die Rekonstruktion eingetragen, sondern Herr WEGENER versichert nur, daß das jetzt ost–westliche Streichen in Südamerika durch die Drehung zu einer natürlichen Fortsetzung des sudanischen werde, sowie daß diese Übereinstimmung unverständlich sei, wenn keine Drehung stattgefunden habe und die Lücke zwischen Afrika und Südamerika durch Versinken eines dazwischen gelegenen Landes entstanden sei.

   (Man kann in diesem Fall nicht beliebig drehen, bis sich die geforderte Übereinstimmung der Streichrichtungen herstellt, sondern das Maß der Drehung ist durch die Form der Kontinente vorgeschrieben. Die Wichtigkeit dieses Arguments beruht darauf, daß mehr als sonst alle Willkür ausgeschlossen ist. Wie gering die hergestellte Übereinstimmung ist, zeigt die hier beigegebene Figur, hergestellt nach einer Photographie der WEGENER'schen Rekonstruktion, in die neben anderem, das später zu besprechen, die nötigen tektonischen Ergänzungen eingetragen sind.)

7. Das ostwestlich streichende südliche Grenzgebirge des Kaplandes findet eine unmittelbare Fortsetzung in den auch sonst übereinstimmenden Sierren südlich von Buenos Aires.

   (Herr WEGENER hat das NNW streichende Gebirge der kapländischen Westküste fortgelassen, das sich wie ein Grenzwall zwischen die beiden ost—westlich streichenden legt und jede Verbindungsmöglichkeit abschneidet.)

So bleibt von der ganzen Argumentenreihe, die Herr WEGENER aufmarschieren läßt, nur eines bestehen, die zwischen Grönland und Grinnelland beobachtete Horizontalverschiebung[3], und diese ist nach seiner eigenen Äußerung für das Thema unerheblich, wie denn auch niemand bestreitet, daß im Zusammenhang mit Gebirgsfaltungen Horizontalverschiebungen von vorläufig unbestimmbarer, aber jedenfalls geringerer Größenordnung vorgekommen sind.

Weitere Analysen glaube ich mir ersparen zu dürfen, denn wenn sich an so wichtiger Stelle ein so geringes Verständnis für die Bedingungen geologischer Beweisführung zeigt, dann ist es wohl erlaubt, auf die Beschaffenheit des übrigen zu schließen und

---

[1] PAUL LEMOINE, Afrique occidentale. Handb. d. regionalen Geologie. 7. Abt. 6a. 1913.

[2] SUESS, Antlitz der Erde. 2. p. 161.

[3] A. WEGENER, l. c. c) p. 62.

zu urteilen, daß der Versuch, die Tatsächlichkeit der Kontinentalverschiebungen und aller weiter damit in Zusammenhang gesetzten angeblichen Vorgänge durch Beobachtungen zu belegen, mit unzulänglichen Mitteln unternommen und völlig mißglückt ist. Ich wende mich also zur Analyse der Beweisführung, die Herr WEGENER



Der vortertiäre Block der atlantischen Kontinente. Nach A. WEGENER.
Mit Nachträgen:

—•— Ungefähre Streichrichtung der Gebirge.

----- / ⫪⫪⫪ } Grenzen der jurassischen Kontinente nach V. UHLIG.

dem ersten Teil seiner Theorie hat angedeihen lassen, der Lehre, daß die Ozeanböden aus freiliegendem „Sima“, die Kontinente aus zusammengezogenem „Sal“ beständen. Er meint:

„Die im nächsten Kapitel zu besprechenden Schweremessungen haben den zahlenmäßig strengen Nachweis erbracht, daß unter den Ozeanen schwereres Gestein liegt als unter den Festländern, und

zwar gerade um so viel schwereres, daß das räumliche Defizit kompensiert wird; wie eine Eistafel im Wasser schwimmt, so sind die Kontinentaltafeln in die schwerere Materie eingebettet, die sich unter den Ozeanen ausbreitet. Daraus folgt aber, daß die Tiefseeböden nicht abgesunkene Kontinente sein können[1]."

Und weiter:

„Im dritten Bande seines großen Werks: Das Antlitz der Erde (p. 226) zeigt Suess, daß die nicht sedimentären Gesteine in zwei Gruppen zerfallen, nämlich in gneisartige Urgesteine und vulkanische Eruptivgesteine. Erstere nennt er „Sal" nach den Anfangsbuchstaben der Hauptkomponenten Silicium und Aluminium, letztere „Sima" nach Silicium und Magnesium. Da die Kontinentalschollen aus salischen Gesteinen bestehen, liegt es nahe, das Material der Ozeanböden mit dem Sima zu identifizieren, welches ja als Tiefengestein gleichfalls den Schichten unter den Kontinentalschollen entstammt. Natürlich soll damit nicht gesagt sein, daß nicht möglicherweise auch noch mineralogische Unterschiede zwischen ozeanischem Bodenmaterial und den Eruptivgesteinen bestehen können; dies ist sogar recht wahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß sich derartige Unterschiede ja auch schon zwischen den atlantischen und pazifischen Laven gezeigt haben[2]."

Es ist sehr viel Schiefes in diesen wenigen Sätzen enthalten, doch hat es keinen Zweck, bei unwesentlichen Mißverständnissen zu verweilen. Bedenklich ist dagegen, daß die Geophysik sich über die Ergebnisse der Schweremessungen ganz anders als Herr Wegener ausdrückt: „Für die Untersuchung der geographischen Verteilung der Schwerkraft geben — die Differenzen zwischen der beobachteten und der aus vielen Beobachtungen abgeleiteten mittleren Schwerkraft — am besten Auskunft über die auftretenden Anomalien. — Wird die Schwere größer als normal gefunden, so spricht man von einem Massenüberschuß, wird sie kleiner gefunden, von einem Massendefekt, ohne aber damit ein Urteil über die wirkliche Verteilung der Massen im Erdinnern angeben zu wollen[3]."

Was also nach Herrn Wegener die Geophysik „zahlenmäßig streng" nachgewiesen haben soll, das will diese selbst nicht einmal behauptet haben. Es kann auch offenbar gar nicht errechnet, sondern nur beobachtet werden, was für ein Gestein sich an irgend einer Stelle der Erde befindet. Die Schwerkraftbeobachtungen würden sich, für sich allein genommen, auch mit der Annahme vertragen, daß auf den Meeresböden Eisenplatten versenkt lägen, und man würde auf Grund dieser Hypothese dann die Dicke dieser

---

[1] A. Wegener, l. c. c) p. 3.

[2] A. Wegener, l. c. c) p. 23.

[3] J. B. Messerschmitt, Die Schwerebestimmungen an der Erdoberfläche. Die Wissenschaft. Heft 27. Braunschweig 1908.

Platten berechnen können. Herr WEGENER aber hätte in diesen Berechnungen den Beweis für das Vorhandensein von Eisenplatten zu erblicken. Wenn er annimmt, daß dort schwerere Gesteine liegen, so bedarf diese Hypothese, ehe sie zu geologischen Zwecken verwendbar wird, einer Bestätigung durch geologische Beobachtungen. Aber — man möchte beinahe sagen: selbstverständlich — hat Herr WEGENER diesen Weg nicht beschritten, obwohl er sich vor ihm auftat bei der Erwähnung der beiden Sippen von Eruptivgesteinen. Freilich wäre es ein mühevoller Weg gewesen, denn zuerst mußten die verschiedenen Gruppierungsarten nach Sal und Fem, Sal und Sima, Alkalireihe und Alkalikalkreihe, atlantische und pazifische Sippe miteinander in Einklang gebracht werden, und dann konnte man untersuchen, ob simatische Eruptivgesteine überall da aufträten, wo Sima in den Ozeanböden oder innerhalb der Spalten des Salblocks vermutet wurde. Ich habe diese Aufgabe nicht zu lösen, glaube auch nicht, daß sie zurzeit gelöst werden kann, sondern ich habe nur zu prüfen, wieweit Herr WEGENER seine Theorie durch Beobachtungen gestützt und an „Beobachtungen zweiter Reihe“ konsistent gefunden hat[1]. Nur zur Kennzeichnung der Arbeitsweise Herrn WEGENER's sei erwähnt, daß die überall zitierte und leicht auffindbare Arbeit BECKE's, in der zuerst eine atlantische und eine pazifische Sippe von Eruptivgesteinen unterschieden wird, erklärt, die atlantische, vorwiegend innerhalb der Kontinente verbreitete Sippe entstamme den tieferen, die pazifische, vorwiegend am Rand des Stillen Ozeans verbreitete, aber den höheren Schichten der Erdkruste[2]. Zweifellos lassen sich diese Tatsachen durch Hilfshypothesen mit der Theorie vom simatischen Meeresboden zusammenreimen, aber was läßt sich denn mittels einiger Phantasie nicht in Reime zwingen! Welcher Gruppe gehören denn die Eruptivgesteine von Hawai an? Sie liegen inmitten des Stillen Ozeans und können noch am ehesten davon zeugen, ob dessen Boden aus Sima oder Sal besteht.

Statt dessen schlägt Herr WEGENER den Weg geomorphologischer Betrachtungen ein, jedoch in der absonderlichen Weise, daß er dem Leser überläßt, den Gedankengang zielstrebig zu

---

[1] Die hier und später angewandten Benennungen der in der Geologie vorkommenden logischen Operationen, sowie deren Anwendbarkeit und Erkenntniswert sind in meiner Arbeit über „die geologischen Studien Goethe's“ (Leipzig 1914. p. 264 u. ff.) besprochen. Ob die geplante Erweiterung und Vertiefung des dort nur Skizzierten zur Ausführung und zum Abschluß kommt, läßt sich nicht absehen.

[2] F. BECKE, Die Eruptivgebiete des böhmischen Mittelgebirgs und der amerikanischen Andes. TSCHERMAK's Miner. u. petr. Mitt. **22**. 1903. p. 247, 248 u. ff. Verwiesen sei auch auf die abweichende Definition bei OSANN, Petrochemie der Eruptivgesteine. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. **9**. p. 600 f.

machen[1]. Jedenfalls vermute ich, daß er mit den Berechnungen, die er anstellt, und mit den begleitenden Diagrammen beweisen wollte, die Kontinentaltafeln hätten genau die Höhe, die sie nach dem Verhältnis der spezifischen Gewichte haben müßten, wenn sie im Sima schwimmende Sal-Blöcke wären. Deshalb werden zunächst die Umrisse der Kontinentalsockel in eine Karte eingetragen, und zwar im allgemeinen nach der Tiefenstufe von 200 m, von der auch die Berechnungen ausgehen. In einigen Fällen, z. B. um eine Verbindung zwischen Schottland, Irland und Grönland herzustellen, wurde auf die Tiefenstufe von 1000 m hinabgegriffen in stillschweigender Befolgung eines Grundsatzes, die Tiefenstufe von 200 m nicht überall als maßgebend zu betrachten[2], der in einer der früheren Arbeiten ausgesprochen, dort aber erst zaghaft befolgt war. Außerdem sind auch einige wichtige Risse in den Kontinentalsockeln eingetragen; unter ihnen steht als auffallender Geselle auch die Senke im Skagerrag.

Zur Berechnung, wie hoch ein schwimmender Block hervorragt, braucht man aber nicht nur Angaben über die Lage der oberen Kante, sondern muß auch wissen, wo sich die untere Grenzlinie zwischen schwimmender und tragender Materie befindet. Hier hat nun die geistige Mitarbeit des Lesers einzusetzen und man hat zunächst auf irgend einer Weltkarte abzulesen, daß die Böschungen der Kontinentalsockel in etwa 3000—4000 m Tiefe sich abzuheben beginnen. Dann muß man sich auf den Boden der Theorie Herrn Wegener's stellen und annehmen, daß die Oberfläche der simatischen Meeresböden etwa bei 3000 m Tiefe liegt und daß ein etwas höher oder tiefer beginnendes Herausheben der Kontinentalböschungen auf Terrainwellen der Simaoberfläche beruht. Schließlich braucht man nur noch Herrn Wegener's Berechnungen, die von der 200 m-Tiefenstufe, der hier völlig gleichgültigen Oberkante der Kontinentalblöcke, ausgehen, an Hand seiner Angaben umzurechnen auf die untere Grenzlinie und findet dann heraus, was es mit den Beziehungen zwischen Durchschnittshöhe und häufigster Höhe der Festländer und zwischen Durchschnittstiefe und häufigster Tiefe der Weltmeere auf sich hat. Geht man nämlich vom Meeresspiegel oder der 200 m-Tiefe als Nullpunkt aus, so liegt die mittlere Höhe der Festlandsoberfläche bei 700 m, die häufigste Höhe bei 100 m über dem Meeresspiegel, die mittlere Tiefe des Weltmeers bei — 3600 m, die häufigste bei — 4700 m. Zieht man alle Erhebungen über — 3000 m zum Festland, zum Sal-Block, so ergibt sich als mittlere Höhe seiner Oberfläche ungefähr 100 m über den Meeresspiegel und als mittlere Tiefe des Weltmeers etwa — 4500 m. Also verschwindet dann die Differenz der zusammen-

[1] A. Wegener, l. c. c) p. 18.
[2] A. Wegener, l. c. b) p. 186 u. Taf. 36.

gehörigen Werte. Die Methode, dem Leser die Ausarbeitung wesentlicher Teile des Gedankengangs frei zu überlassen, ist kaum nachahmenswert, denn die meisten werden den Zusammenhang nicht verstehen, und wenn sie am Ende der nach einem unzulässigen Nullpunkt orientierten Rechnung gesagt finden, die einzige zulässige Erklärung sei, daß die Lithosphäre nicht mehr die ganze Erde in geschlossener Schicht umhülle, sondern daß die Kontinentaltafeln nur noch die zerstückelten und durch Zusammenschub stark verkleinerten Reste einer solchen seien, so werden sie das eine vollständig unbegründete und im übrigen auch unverständliche Behauptung nennen. Aber auch wenn man die Rechnung auf den richtigen Nullpunkt bei etwa — 3000 m einstellt, beweist sie nichts für Herrn Wegener's These. Geht denn etwa aus der Beobachtung, daß eine Eisscholle 10 cm aus dem Wasser ragt, hervor, daß auf dem Wasser nebenan keine Eiskruste sei?

Sollten die beigebrachten Proben noch nicht genügend belegen, daß die unzulängliche Begründung, die Herr Wegener seiner Theorie beigegeben hat, bei irgendwie näherer Betrachtung in die Augen springt, und daß die ganze Theorie nur aufgestellt werden konnte infolge von leichtfertiger Handhabung der wissenschaftlichen Methoden und Unkenntnis des geologischen Fachgebiets, so bin ich in der Lage — zwar keineswegs „gern bereit" —, seine Argumente Schritt für Schritt durchzugehen und nachzuweisen, daß die Gelegenheiten, einen hochtrabenden Gallimathias anzubringen, ausgiebig und mit Erfolg benutzt sind, daß die vorgebrachten Argumente teils auf Mißverstand beruhen, teils nicht das beweisen, was bewiesen werden soll, und daß drittens das, was eigentlich in Betracht zu ziehen war, fast regelmäßig unbeachtet geblieben ist. Wenn man dann weiter findet, daß auf Grund solcher eigenen Leistungen der Verfasser bemerkt, die „ältere Theorie" habe in ihrer Darstellung bei Suess zu „ungereimten" Konsequenzen geführt [1] und Koken habe bei der Betrachtung der permischen Eiszeit „etwas verzweifelte" Auswege eingeschlagen [2], so kann man nur um Innehaltung der nötigen Distanz ersuchen und die Bitte daran schließen, doch künftig die Geologie nicht weiter zu beehren, sondern Fachgebiete aufzusuchen, die bisher noch vergaßen, über ihr Tor zu schreiben:

O heiliger Sankt Florian,
Verschon' dies Haus, zünd' andre an!

Wegen der stets wiederholten Entschuldigungen aber, daß die Theorie noch abänderungsbedürftig und noch nicht fertig sei, vergleiche man einen Ausspruch Goethe's, der von Dilettanten

[1] A. Wegener, l. c. c) p. 81.
[2] Ebenda c) p. 83.

handelt, die niemals fertig werden können, weil sie nicht richtig anzufangen verstehen.

Es wäre auch nicht nötig gewesen, auf diesen mißglückten Versuch, „der Erde das Fell über die Ohren zu ziehen“ [1], so breit einzugehen, wenn die Theorie nicht inzwischen Anhänger gefunden hätte, die entweder nicht bemerkten, wie schlecht sie begründet ist, oder sie trotzdem für erwägenswert hielten. Ich vermute zwar, daß diese Herren sämtlich nach Kenntnisnahme von Herrn Wegener's jüngster Veröffentlichung von ihm abrücken werden, denn diese zeigt in unverhüllter Nacktheit die Schwächen, die bei den ersten Aufsätzen nicht so erkennbar waren oder durch Rücksichten auf die beschränkte Dauer eines Vortrags oder auf den knappen Raum einer überlasteten Zeitschrift entschuldigt werden konnten. Trotzdem ist die Tatsache bemerkenswert, daß ganz in den luftigen Höhen der Phantasie schwebende Gedanken Zustimmung fanden. So nahm Herr Dacqué die Theorie ganz und gar und mit offenen Armen auf, stellte sie sogar auf einen Ehrenplatz unter den paläogeographischen Lehren [2]. Herr K. Andrée erblickte in der Vorstellung, daß die Ozeanböden aus Sima beständen, eine brauchbare Arbeitshypothese, verhielt sich gegen den Gedanken an Kontinentalverschiebungen aber „skeptisch“ [3], während Herr Franz X. Schaffer den letzteren Gedanken ganz und gar ablehnte und jenen ersteren nur als möglich unter großer Zurückhaltung erwähnte [4].

Die Frage ist nun zunächst, ob von diesen Herren etwa Beobachtungen zur Stütze der Theorien angeführt sind. In dem Lehrbuch Herrn Schaffer's war dafür kein Raum, und die Aufmerksamkeit richtet sich zunächst auf Herrn Dacqué, der diesem Thema beträchtlichen Raum widmet. Die Frage der Kontinentalverschiebungen wird da besprochen im Zusammenhang mit

[1] Mit diesem Ausspruch und einem freundlichen Lächeln fertigte Zittel meine, gegen die Herrn Wegener's gehalten, sehr bescheidenen Ideen über Kontinentalverschiebungen ab, die in der ersten, 1893 verfaßten Entwurfskizze zu meiner Inauguraldissertation über die klimatischen Verhältnisse des Eocän enthalten waren. Die Einzelheiten der Theorie, die so begraben wurde, haben kein Interesse, aber ich darf wohl bemerken, daß die Entstehung der tertiären Faltungen in ein System gebracht und immerhin um einiges genauer durchgearbeitet war als die einschlägigen Theorien Herrn Wegener's. Schade, daß seinen Theorien nicht ein ebenso glückliches Ende zuteil wurde. Er hätte dann, ebenso wie ich, eine vergnügte Erinnerung an die fröhliche Feier des Leichenbegängnisses.

[2] E. Dacqué, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena 1915. Besonders p. 93 und 182.

[3] K. Andrée, Über die Bedingungen der Gebirgsbildung. Berlin 1914. Besonders p. 55—58.

[4] Franz X. Schaffer, Grundzüge der allgemeinen Geologie. Leipzig und Wien 1915. p. 10—12.

dem Problem der Permanenz der Ozeane, also des vorläufig unlösbaren Widerspruchs zwischen den geologischen Erfahrungen, die zur Annahme von Landverbindungen hinweg über heutige Tiefseeregionen zwingen, ohne genügend ausgedehnte vorzeitliche Tiefseeregionen sicher aufzeigen zu können, und andern mehr geographisch-geophysikalischen Erwägungen, die u. a. von der Notwendigkeit ausgehen, die durch jene Landbrücken gewissermaßen obdachlos gewordenen Tiefseegewässer irgendwo unterzubringen. Herr Dacqué fand, daß die Wegener'schen Theorien dem Permanenzproblem seine Widersprüche nähmen, war sich aber bewußt, zunächst die Konsistenz der Theorie mit beobachtungsmäßig gewonnenen andern Lehren der Paläogeographie prüfen zu müssen. Seine Worte lauten:

„Konstruieren wir uns nun auf Grund der Wegener'schen Anschauungen eine Erdkarte, auf der Amerika dem europäisch-afrikanischen Kontinent genähert erscheint und auch Australien samt Neuguinea in seine vermutliche frühere Lage zurückgebracht ist; sehen wir ferner ab von den ganz untergeordneten Elementen und nehmen wir zudem an, daß bei diesem Auseinanderrücken der Kontinente immerhin Teile in die Tiefe sanken; zeichnen wir uns auf dieser Unterlage etwa die nach althergebrachter Weise nachgewiesenen jurassischen Kontinentalmassen — nordatlantischen und südatlantischen Kontinent, Lemuria und die notwendigerweise aus den stratigraphischen Verhältnissen der südamerikanischen Anden zu fordernden kleineren pazifischen Landmassen — ein, dann bekommen wir in ostwestlicher Richtung wesentlich verkürzte Nord- und Südkontinente in früherer Zeit; die Landmassen der Nord- und Südatlantis und des Gondwanakontinents rücken eng zusammen. Als Gegenstück zu dieser Landhalbkugel erhalten wir eine pazifische Wasserkugel, groß genug, um alle Wassermassen aufzunehmen, und geeignet, den wahren Ort der Tiefsee seit paläozoischer Zeit zu bilden" [1].

Indessen wird Herr Dacqué zugeben, daß damit noch keineswegs alle Möglichkeiten der Prüfung erschöpft sind, sondern daß man außer den Streichrichtungen der Gebirge, die oben bereits besprochen wurden, noch die maringeographischen Verhältnisse in den verschiedenen Perioden in Betracht ziehen kann. Es liegen ja zwei darauf bezügliche Darstellungen bequem zur Hand, nämlich Koken's Studie über das indische Perm und die permische Eiszeit [2] und Uhlig's umfangreicher Aufsatz über die marinen

---

[1] E. Dacqué, l. c. p. 182.

[2] E. Koken, Indisches Perm und die permische Eiszeit. N. Jahrb. f. Min. etc. Festband 1907. Besonders p. 526 und Taf. XIX.

Reiche des Jura und der Kreide[1], und da sich aus ihrer Heranziehung allerlei Erwägenswertes ergibt, so wäre ein kurzer Hinweis darauf nicht unangebracht gewesen, selbst in einem Werke, das sich nicht auf paläogeographische Einzelheiten, sondern auf Methoden und Grundlagen bezieht. Leider hat Herr Dacqué seinen Kartenentwurf nicht mitgeteilt, und so muß man auf dem Entwurf Herrn Wegener's fußen, der die Kontinente beiderseits des Atlantik nicht bloß nähert, sondern sie aneinanderpreßt, und hat dann nachträglich zu bedenken, daß manches wohl abgeschwächter zu denken ist, als es nach der extrem durchgeführten Karte erscheint. Trägt man nun, wie auf der obigen Figur geschehen, nach Uhlig die Jurakontinente ein, so ergibt sich eine starke Einengung des Verbindungsmeers zwischen der Tethys und dem südandinen Gebiet. Der schmale und lange Kanal, der vom mittleren Atlantischen Ozean übrigbleibt, mag auch etwas breiter angenommen werden können, auf keinen Fall darf man ihn aber auf die Kontinentalkörper ausdehnen, da sowohl in der westlichen Sahara wie an der atlantischen Küste der Vereinigten Staaten erst die Kreidezeit eine marine Invasion brachte. Diese geographische Gestaltung der Meere macht nun keineswegs die enge faunistische Verwandtschaft zwischen Lias, Dogger und unterer Kreide der Tethys und der südandinen Provinz begreiflicher, und es ist auch nicht ersichtlich, daß irgend ein Umstand tiergeographischer oder sonst paläontologischer Art bei Annahme dieser Zusammenschiebung klarer zu durchschauen wäre als bei der heutigen Lage der Kontinente.

Günstiger für die Verschiebungstheorie sieht die Eintragung der permischen Festländer aus. Das isolierte Zechsteinmeer in Neuschottland rückt ganz in die Nähe des europäischen, würde also, wenn die Fauna oder etwas anderes nicht widerspricht, mit diesem in Anschluß gebracht werden können. Zwischen Tethys und südamerikanischem Perm besteht kein engerer Zusammenhang, sondern die südamerikanischen Beziehungen weisen zum Stillen Ozean und nach Indien, so daß also kaum Anlaß besteht, eine Meeresverbindung nach Nordosten, nicht einmal durch einen engen Kanal, anzunehmen. Aber dafür taucht die Schwierigkeit auf, daß Koken sich veranlaßt sah, die Existenz einer permischen Landverbindung zwischen Südamerika und Afrika zu bezweifeln.

Ich habe hier nicht diese Schwierigkeiten zu besprechen, sondern nur darauf hinzuweisen, daß sie bestehen und daß noch viel zu untersuchen und zu ordnen ist, ehe man in der Paläogeographie mit der Kontinentalverschiebung als einer gültigen Hypothese rechnen kann. Aber — so wird Herr Dacqué viel-

[1] V. Uhlig, Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. Mitteil. d. Geol. Ges. Wien. **4.** 1911. Besonders p. 247 ff. und Taf. XIII.

leicht entgegnen — sie soll ja auch nur eine Arbeitshypothese sein und hat sich als solche bewährt, da man sich mit ihr vieler und großer Schwierigkeiten wenigstens vorläufig entledigen kann. Für eine Arbeitshypothese wird ja der Nachweis völliger Konsistenz nicht gefordert und er ist auch nicht anzuliefern.

„Arbeitshypothese“ ist eine nicht besonders glückliche Übersetzung von „working hypothesis“, eine zuerst im Bereich der englischen Forschungs- und Denkungsweise nach ihrem logischen Wesen erkannte Art von wissenschaftlicher Annahme. Die englische Denkweise ist, was hier nicht näher besprochen werden kann, aber auch kaum viel bezweifelt werden wird, vorzugsweise auf das Beobachten gerichtet, weniger auf das theoretische Verarbeiten der Beobachtungsergebnisse. Der Hauptzweck der working hypothesis besteht darin, daß sie alle Erwägungen theoretischer Art aus dem Gesichtskreis des Beobachters verbannt, damit er sich ungestört dem Beobachten hingeben kann. Eine weitere Eigentümlichkeit des englischen Geistes ist die Neigung, die Beobachtungsgebiete zu isolieren und auf die Herstellung von Konsistenz zwischen verschiedenen Beobachtungsgebieten so wenig wie möglich Aufmerksamkeit zu verwenden. Keine dieser Voraussetzungen, die das eigentliche Wesen des für Arbeitshypothesen geeigneten Bodens ausmachen und die auch allein die Anwendung von Arbeitshypothesen rechtfertigen, trifft zu für Fragen, die seitens der Herren ANDRÉE und DACQUÉ mit der Theorie der simatischen Meeresböden und der Kontinentalverschiebungen behandelt werden sollen.

Die Lehre vom Massenüberschuß und Massendefekt ist in der Geophysik eine unverkennbare und vollberechtigte Arbeitshypothese: sie liefert eine handliche Ausdrucksweise für die Erfahrungen über die geographische Verteilung der Schwerkraft. Es wird ja auch bei der A r b e i t, bei der Messung der Schwere, gar nicht nach den Ursachen, der verschiedenen Schwere, sondern nur nach der Größe und dem Ort der Abweichung gefragt, und deshalb wird auch nur Handlichkeit und eine gewisse Anschaulichkeit, Einfachheit und allgemeine Verständlichkeit von der Hypothese verlangt. Übernimmt man nun diese Arbeitshypothese in ein benachbartes Arbeitsgebiet, zieht aus ihr theoretische Schlüsse, obwohl sie gerade gewählt wurde, um theoretische Schlüsse dem Beobachter zu ersparen, und verwendet man ein nur zu analytischen Zwecken geeignetes Werkzeug nun gerade bei synthetischer Arbeit, so hat man wahrlich einen „guten Zwirn in die bösen Säcke vernäht“. Die Hypothese hört dann sofort auf, eine Arbeitshypothese zu sein, wird als allgemeingültige Hypothese aufgestellt und bedarf nun auch der Konsistenzprüfung, die früher, als auf ihren Inhalt nichts, sondern alles auf ihre Handlichkeit ankam, ruhig unterbleiben konnte. Deshalb ist die Hypothese vom Massenüberschuß und

Massendefekt, wenn sie auf geologische Fragen angewendet wird, keineswegs von einer auf geophysikalischem Gebiet erworbenen Autorität umstrahlt, denn es hat ihr dort ja niemand für theoretische Zwecke Autorität zugeschrieben. Deshalb hat auch der Begriff „Arbeitshypothese“ in synthetischen Untersuchungen, wie die Schriften der Herren Andrée und Dacqué solche darstellen, durchaus keine Existenzberechtigung. Bei Synthesen gibt es nur konsistente oder inkonsistente Hypothesen; Synthesen sind überhaupt nur möglich insoweit, als die verarbeiteten Hypothesen für das ganze in Betracht kommende Gebiet nachweislich konsistent sind oder als konsistent vermutet werden können. Ein Mittelding, das etwa „vorläufige und nicht einwandfreie, aber wegen teilweiser Brauchbarkeit allgemeine Bedeutung erstrebende Hypothese“ bedeutete, also das, was sehr oft, aber mißverständlich als Arbeitshypothese bezeichnet wird, ist für synthetische Arbeit einfach eine inkonsistente, demnach untaugliche Hypothese, und wenn im Rahmen der bisherigen Kenntnisse für sie kein besserer Ersatz zu schaffen ist, so müssen die Probleme eben als unlösbar stehenbleiben, und die wissenschaftliche Synthese ist am Ende ihrer Arbeit angelangt, wenn sie die vorhandenen Widersprüche allseitig klargestellt hat.

Psychologisch begreiflich ist es ja, daß der einzelne, bedrängt von solchen Problemen, seine Anforderungen an die Konsistenz der Hypothesen unwillkürlich und unbewußt etwas herabschraubt, wenn sich so eine Möglichkeit zeigt, der Schwierigkeiten dennoch Herr zu werden. Aber auch hier ist es empfehlenswert, dann das Kind beim rechten Namen zu nennen und nicht der Duldsamkeit ein Mäntelchen umzuhängen durch Umdeutung des Begriffs „Arbeitshypothese“. Sonst besteht unweigerlich die Gefahr, daß eine nirgends auf ihre Konsistenz geprüfte Hypothese Autorität gewinnt, nur weil jeder glaubt, der Nachbar wisse sie zu stützen, eine Gefahr, die im Falle der Kontinentalverschiebungstheorie bereits akut zu werden drohte.

Es gibt Denkoperationen, die wie „absteigende Umformung des Gedankengangs“ nur in der Synthese, andere, wie die Verwendung von Arbeitshypothesen, die nur in der Analyse statthaft und erfolgreich sind. Der „gesunde Menschenverstand“ hat keinen Anlaß, sich um solche Unterscheidungen zu kümmern, aber er reicht für sich allein auch nicht immer aus zur richtigen Handhabung der wissenschaftlichen Methoden. Es ist unvermeidlich, daß eine Forschung, die in jahrzehntelanger rein analytischer Arbeit ohne besondere Schulung mit dem „gesunden Menschenverstand“ auskam, nun bei Hinwendung zu Synthesen sich zuweilen im Handwerkszeug vergreift. Ein Tischler, der einen groben Hobel nimmt, wo er eine feine Feile nötig hätte, versieht sich nicht ärger, als ein Synthetiker, der glaubt, seine Aufgabe mit Arbeitshypothesen lösen zu können.

Nachschrift.

Vorstehendes war bereits zum Druck eingesandt, als Herrn Soergel's ausführliche Arbeit über dasselbe Thema erschien [1]. Aus dieser ersah ich, daß Herr C. Diener bereits die geologischen Erfahrungen zusammengestellt hatte, an denen die Theorie Herrn Wegener's scheitert [2]. In einem Aufsatz Herrn Molengraaff's, den ich während der Korrektur erhalte, werden nun gleichfalls Irrtümer Herrn Wegener's aufgedeckt; dennoch aber wird schließlich die „kühne" Theorie über die Horizontalverschiebung der Kontinente als möglich zugelassen und die der simatischen Meeresböden voll anerkannt [3]. Man entschließt sich eben schwer zum Verdacht, es könne jemand mit solcher Überzeugungssicherheit doch nur ganz unzulänglich verarbeitete Ideen vorgetragen haben. Ich bekenne also, daß ich in geologischer Beziehung nichts Neues beizutragen hatte, daß es aber nützlich schien, die methodologische Seite der Frage zu beleuchten, was nicht ohne Eingehen auf jene geologischen Erfahrungen geschehen konnte. Für die Tatsachen, die Herr Molengraaff mit der Wegener'schen Thorie in Einklang findet, muß eben eine andere Erklärung gesucht werden, solange diese Theorie als bloßes Phantasiespiel und ohne die unbedingt erforderten eigenen Beobachtungsgrundlagen dasteht.

Über die Verbreitung der Ostrakoden im Unterdevon rheinischer Fazies.

Von **Cl. Leidhold** in Straßburg i. E.

In den folgenden Zeilen sind einige Bemerkungen gebracht über die Verbreitung der Ostrakoden im Unterdevon rheinischer Fazies, wie ich sie ursprünglich in anderem Zusammenhang für eine Arbeit zusammengestellt hatte. Da die Vollendung dieser Arbeit mir nicht mehr möglich ist, seien die betreffenden Angaben hier mitgeteilt, zumal über die Bedeutung dieser Tierordnung innerhalb der rheinischen Unterdevon-Fauna verschiedentlich Vorstellungen bestehen, die unserer wirklichen Kenntnis nicht entsprechen. So erwähnt auch H. L. F. Meyer neuerdings in einer

---

[1] W. Soergel, Die atlantische Spalte. Kritische Bemerkungen zu A. Wegener's Theorie von der Kontinentalverschiebung. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1917. Monatsberichte. p. 200—239.

[2] C. Diener, Die Großformen der Erdoberfläche. Mitt. d. k. k. geogr. Ges. Wien. 1915. p. 329—349.

[3] G. A. F. Molengraaff, The coral reef problem and isostasy. Proc. Kon. Akad. Wetenschappen te Amsterdam. **19**. p. 610—627; besonders p. 612, 618, 619, 621, 625, 626.

Arbeit über den Lahnporphyr bei Diez gelegentlich des Vorkommens von zahlreichen Ostrakoden in den Diezer Schiefern der westlichen Lahnmulde[1], die von ihm hauptsächlich auf Grund ihrer Fauna in das untere Mitteldevon gestellt werden, nur zwei unterdevonische Vorkommen: „Als neritisch müssen wir die zwei bisher bekannten unterdevonischen Vorkommen (von Ostrakoden) im Rheinischen Schiefergebirge bezeichnen“ etc. (l. c. p. 507). Derartige Angaben können leicht zu der Vorstellung verleiten, daß Ostrakoden im rheinischen Unterdevon große Seltenheiten sind. Demgegenüber sei festgestellt, daß unterdevonische Ostrakoden von einer ganzen Reihe Örtlichkeiten des Schiefergebirges bekannt sind und hier in allen Unterdevonstufen auftreten. Es ist erklärlich, daß diese kleinen Fossilien oft übersehen wurden; auch sind die Angaben in der Literatur hierüber weit zerstreut, z. T. in Anmerkungen niedergelegt, und daher weniger beachtet. Sie sind indessen für einige Gebiete und in manchen Lagen recht charakterisiert und wohl beachtenswert.

Als bekanntestes und ältestes ist das auch von Meyer erwähnte Vorkommen in der Coblenz-Stufe von Offdilln im Dillenburgischen zu nennen[2]. Hier liegen nach Sandberger die Ostrakoden, stellenweise massenhaft auftretend, in „hellgrauen, durch Eisenspat verkitteten, aber meist schon stark ausgelaugten und mit Quarzsubstanz imprägnierten Sandsteinbänkchen“. R. Jones[3], der die von Sandberger neu aufgestellten Arten beschrieben hat, gibt von Offdilln an: *Primitia mundula* var. *sacculus* Jones, *Beyrichia devonica* Jones, *Beyrichia strictisulcata* Jones, *Bollia varians*, *Strepula? annulata* Jones[4], *Drepanella serotina* Jones. Bald darauf beschrieb E. Kayser[5] die bereits von Roemer und anderen gefundenen Beyrichien des türkischen Unterdevon. Da sich das Unterdevon des Bosporus faziell teilweise eng an das rheinische anschließt, sei auch hier auf die türkischen Beyrichien hingewiesen.

---

[1] Der Lahnporphyr bei Diez und eine begleitende Fauna. Dies. Centralbl. 1914. p. 469—473 u. p. 503—511.

[2] Jahrb. Nass. Ver. f. Naturk. 1889. **42.** p. 33. — Zur Bezeichnung der einzelnen Unterdevonstufen verwende ich die von Holzapfel vorgeschlagene Benennung nach Örtlichkeiten unter Zugrundelage der von A. Dumont gebrauchten Namen. Demgemäß wird das Unterdevon gegliedert in: 1. Gedinne-Stufe, 2. Siegen-Stufe, 3. Coblenz-Stufe (Untere Coblenzschichten), 4. Ems-Stufe (Coblenzquarzit, Obere Coblenzschichten, Oberste Coblenzschichten).

[3] Annals a. magazine of Natur. Hist. 6. Ser. **15.** 1895. p. 59—67. Pl. VII.

[4] Von Sandberger aus der Coblenz-Stufe erwähnt; nach Jones aus *Orthoceras*-Schiefer.

[5] Devon-Fossilien vom Bosporus. Beiträge z. Paläont. u. Geologie Österr.-Ung. 1898. **12.** p. 27 ff. Pl. I.

Kayser gab der Form den neuen Namen *Beyrichia Roemeri* Kays. Es muß vermerkt werden, daß schon früher R. Jones [1] die von Dumont aus der Türkei mitgebrachten Beyrichien als *Beyrichia devonica* Jones bestimmt hatte; immerhin ist seine Abbildung recht mäßig. Die Angaben Kayser's über das Vorkommen der Art am Bosporus ist dahin zu ergänzen, daß sie dort an den verschiedensten Fundpunkten auftritt und zusammen mit *Pleurodictyum Constantinopolitanum* F. Roem. eine Charakterform des türkischen Unterdevon bildet. Sie tritt hier sowohl in Grauwackenschiefern, als auch in kalkigen Ablagerungen vom Alter der Ems-Stufe auf. An einer anderen Stelle (Yakadjik) findet sie sich in kalkig mergeligen Schichten, die einen starken Einschlag böhmischer Formen wie *Hercynella* und *Trochoceras* aufweisen [2].

Weiterhin beobachtet Holzapfel bei seinen Kartierungen auf Blatt St. Goarshausen [3] das Vorkommen von *Beyrichia devonica* J. in dünnen, Brauneisenstein führenden Sandsteinbänken zwischen Schiefern vom Alter der Coblenz-Stufe. Wie ich mich an Handstücken von der Rödershell überzeugen konnte, ist auch hier das Gestein, ähnlich wie bei dem Vorkommen von Offdilln, erfüllt von Steinkernen der betreffenden *Beyrichia*. A. Fuchs [4], der die Gliederung der Hunsrückschiefer und der Untercoblenzschichten des Mittelrheingebietes nach eingehenden Untersuchungen dargelegt hat, stellt die Anwesenheit von *Beyrichia devonica* J. noch von vielen anderen Örtlichkeiten fest. Bei der Einteilung der Coblenz-Stufe dieses Gebietes spricht er direkt von einer „Zone der *Beyrichia devonica*“. Bei vergleichenden Studien im Siegener Faziesgebiet hebt derselbe Forscher [5] das Vorkommen von „Beyrichienbänken“ in den Daadener Schichten (Coblenz-Stufe) hervor; eine hier neu erscheinende Art, *Beyrichia tetrapleura* Fuchs, ist letzthin von ihm beschrieben und abgebildet worden [6]. Die Aufnahmearbeiten Denckmann's im Siegerland führten auch hier, besonders auf Blatt Siegen, zur Entdeckung neuer Fundstellen von Beyrichien. W. E. Schmidt [7], der das reiche Material vervollständigt und bestimmt hat, führt aus den von Denckmann unterschiedenen Horizonten 3 bis 6 der Siegener Schichten eine neue *Beyrichia* von den verschiedensten Aufschlüssen an. Gleichzeitig berichtet Koehne [8] u. a. über Fund-

[1] Quaterly Journal. 1890. **46.** p. 536. Pl. XX fig. 1.

[2] Cl. Leidhold, dies. Centralbl. 1912. p. 721.

[3] Erläuterungen zu Blatt St. Goarshausen der Kgl. preuß. geol. Landesaufnahme. 1904. p. 16.

[4] Besonders in: Stratigraphie des Hunsrückschiefers etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1907. p. 96—119.

[5] Dies. Centralbl. 1911. p. 712 ff.

[6] Abhandl. d. preuß. geol. Landesanst. N. F. 79. p. 77. Taf. 18 Fig. 11—13.

[7] Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. **28.** p. 429—456.

[8] Vorläufige Mitteilung über eine Obercoblenzfauna etc. Ebenda. p. 219.

punkte von zwei neuen häufig auftretenden *Beyrichia*-Arten in der Ems-Stufe des südlichen Sauerlandes. Von allen diesen neuen Arten stehen indessen Beschreibungen und Abbildungen noch aus.

Das zweite von H. L. F. Meyer erwähnte Vorkommen bezieht sich auf *Bollia varians* Jones und *Beyrichia strictisulcata* Jones, die von K. Walther [1] aus den Kieselgallenschichten der Ems-Stufe von Roßbach angegeben werden.

Vom Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges sind aus den Remscheider Schichten des Bergischen Landes durch Fuchs und Spriestersbach [2] Anhäufungen von Beyrichien, *Beyrichia montana* Spriest. und *Beyrichia embryoniformis* Spriest. bekannt geworden. Die Remscheider Schichten gehören faunistisch zum Unterdevon; die genannten Autoren stellen die Fauna in die Nähe der Ems-Stufe. Interessant ist die Art des Vorkommens. Es heißt in der betreffenden Arbeit bei *Beyrichia montana*: „Die Art kommt an fast allen Fundorten des Gebietes in ungeheurer Zahl vor, so daß die damit bedeckten glatten Schiefer wie feinkörniges, etwas zerriebenes, sandiges Gestein aussehen."

Die Kenntnis weiterer Vorkommen verdanken wir W. Kegel, der in seiner Arbeit über den Taunusquarzit von Katzenelnbogen [3] sowohl aus dem Taunusquarzit, als auch aus Siegener Schichten und unteren Coblenzschichten einige Formen neu beschreibt oder Angaben über Ostrakoden aus diesen Ablagerungen gibt; er vermerkt übrigens bereits die weitere Verbreitung mancher Arten. Es wurden gefunden: *Kloedenia Kayseri* Kegel, *Beyrichia nassoviensis* Kegel, *Beyrichia* cf. *nassoviensis* Kegel, *Beyrichia Roemeri* Kays. Immerhin möchte ich nicht so weit gehen wie Kegel und nun gleich *Beyrichia nassoviensis* Kegel als Leitform des Taunusquarzits ansehen.

Seit langem bekannt sind die Ostrakoden der unteren Gedinne-Stufe der Ardennen, deren Fauna neuerdings M. Leriche [4] revidiert hat. Es sind hier die gelegentlich fossilführenden Schiefer von Mondrepuis, in denen einige Arten, nämlich *Primitia Jonesi* de Kon., *Beyrichia Kloedeni* Mac Coy, *Beyrichia* sp. gefunden werden. Die erste Art ist in manchen Lagen der Schiefer von Mondrepuis [5] recht häufig.

---

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XVII. p. 34, 35.

[2] Abhandl. d. k. preuß. geol. Landesanst. N. F. Heft 58. p. 48 ff.

[3] Abhandl. d. k. preuß. geol. Landesanst. N. F. Heft 76.

[4] La faune du Gedinnien infér. de l'Ardenne. Mém. du Musée royal d'Hist. natur. de Belg. 1912. 6.

[5] In betreff der stratigraphischen Stellung der Schiefer von Mondrepuis wie überhaupt der ganzen unteren Gedinne-Stufe muß bemerkt werden, daß nach Angabe von Leriche und anderen belgischen Autoren letztere faunistisch durchaus dem oberen Ludlow zuzurechnen ist; als tiefstes Devon wären dann die Schiefer von Oignies der „oberen" Gedinne-

Im Luxemburger Unterdevon fand ich *Beyrichia Roemeri* Kays. im Coblenzquarzit von Munshausen, und massenhafte, allerdings meist schlecht bestimmbare Ostrakoden in dünnschieferigen, Pflanzenreste führenden Obercoblenz-Tonschiefern zusammen mit zahlreichen Exemplaren von großen *Paracyclas rugosa* und Spiriferen bei Rodershausen im Ourtal an der preußisch-luxemburgischen Grenze.

Aus der höheren Ems-Stufe der Dinant-Mulde sind mir Beyrichien bekannt von Couvin und Jemelle. An letzterem Ort liegt die betreffende Form, *Beyrichia* cf. *devonica*, neben Crinoidenstielgliedern, kleinen *Homalonotus*- und *Cryphacus*-Schwanzschildern und einer kleinen *Centronella Guerangeri* de Vern. in einem eisenschüssigen Sandstein.

Eine Übersicht über die verschiedenen rheinischen Unterdevon-Ostrakoden und ihre Verteilung in den einzelnen Stufen gibt die folgende Tabelle:

	Gedinne-Stufe	Siegen-Stufe	Coblenz-Stufe	Ems-Stufe
Primita Jonesi de Kon.	+	.	.	.
„ *mundula* var. *sacculus* Jones	.	.	+[1]	.
Beyrichia Kloedeni Mac Coy	+	.	.	.
„ *strictisulcata* Jones	.	.	+	+
„ *Roemeri* Kays.	.	+	+[1]	+
„ *devonica* J.	.	+	+	?
„ *nassoviensis* Kegel	.	+	.	.
„ cf. *nassoviensis* Kegel	.	+	.	.
„ *montana* Spriestersb.	.	.	+	+
„ *tetrapleura* Fuchs	.	.	+	.
„ *embryoniformis* Spriest.	.	.	.	+
Beyrichia sp. nov. auctorum	.	+	+	.
Bollia varians Jones	.	.	+	.
Drepanella serotina Jones	.	.	+	.
? *Strepula annulata* Jones	.	.	+	.
Kloedenia Kayseri Kegel	.	+	.	.

Im ganzen sind einstweilen 15 Arten festgestellt, und zwar sowohl im rechtsrheinischen als auch linksrheinischen Unterdevon. Inwieweit die einzelnen, anscheinend nur in bestimmten Stufen vorkommenden Arten auf diese beschränkt sind, bleibt abzuwarten.

Stufe anzusprechen. Die von den Lagerungsverhältnissen ausgehende ältere Einteilung ließ die Formation in den Ardennen natürlich und mit Recht mit dem diskordant gelagerten Konglomerat von Fépin der unteren Gedinne-Stufe beginnen.

[1] u. a. Oberstadtfeld.

Wenn auch die Verbreitung und Bedeutung der Ostrakoden des rheinischen Unterdevons nicht eine derart allgemeine ist, wie z. B. in manchen Silurstufen, so erlangen sie doch eine weitere Verbreitung und sind für bestimmte kleinere Faziesgebiete recht charakteristisch; sei es, daß sie, dünne Bänkchen erfüllend, in bestimmten Horizonten auftreten, sei es, daß sie vereinzelter vorkommen. In ersterem Fall zeichnen sie sich dann durch große Individuen und geringe Artzahl aus. Immerhin sollten sie bei der Gesamtbetrachtung der Unterdevonfauna nicht außer acht gelassen werden. Sie finden sich gern mit wenigen gewissen Formen vergesellschaftet, z. T. mit eintönigen Tentaculiten, andernorts, wie am Mittelrhein und in den Daadener Schichten [1], mit *Limoptera bifida*. An eine bestimmte Gesteinsfazies sind die rheinischen Unterdevon-Ostrakoden nicht gebunden. Sie treten sowohl in reinsandigen Ablagerungen, wie in eisenschüssigen Lagen, als auch in Tonschiefern und Kalkbildungen auf. Man kann m. E. ebenso wie von einer Ostrakodenfazies des Oberdevon (Cypridinenschiefern) mit gutem Recht auch von einer Ostrakodenfazies des rheinischen Unterdevon sprechen. Schon Frech [2] erwähnt bei Besprechung der Faziesbildungen im Unterdevon die Ostrakoden, bemerkt aber dazu: Ostrakodenschiefer, nur im tiefsten Unterdevon Belgiens. Die Aufmerksamkeit auch auf die Ostrakodenfazies der anderen Unterdevonstufen zu lenken, mag durch vorstehende Literaturstudie dargetan sein.

Personalia.

Am 25. Februar d. J. starb in Hannover im 76. Lebensjahre der langjährige Leiter der Mineralogischen Abteilung des Provinzialmuseums in Hannover, **Adolf Andrée**. Von Beruf Apotheker, zogen ihn seine Neigungen vor allem zur Botanik und Mineralogie. Zahlreiche Reisen in Deutschland und im Mittelmeergebiet erweiterten seinen auf breitester naturwissenschaftlicher Basis beruhenden Gesichtskreis, manche Veröffentlichungen pharmazeutisch-chemischen, botanischen und mineralogischen Inhaltes entstammen seiner Feder. Niedersächsischer botanischer und geologischer Verein verdanken mit seiner Initiative ihr Entstehen, welches der Naturhistorischen Gesellschaft in Hannover zu neuem Leben verhalf. Der Verstorbene zählte zu den besten Kennern der nordwestdeutschen Flora, und seine mehr als 20jährige ehrenamtliche Tätigkeit an den mineralogischen Sammlungen des hannoverschen Provinzialmuseums hat dieselben zu hoher Blüte gebracht.

---

[1] Fuchs, l. c. p. 713.
[2] Lethaea geognostica. 2. p. 130.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Monazitführender Granit aus dem Trachyttuff von Königswinter.

Von **K. Busz** und **M. Waterkamp**.

Mit 1 Textfigur.

Bei der weiteren Untersuchung der Auswürflinge aus dem Trachyttuff der Hölle bei Königswinter fiel uns ein Gestein auf, das makroskopisch große Ähnlichkeit mit den dort häufiger aufgefundenen Sanidiniten zeigte, aber gleichzeitig durch die zahlreichen darin enthaltenen Bruchstücke eines kristallinen Schiefers besonderes Interesse erregte. Die nähere Untersuchung ergab, daß hier ein Granit vorliegt, der im wesentlichen aus Feldspat, Quarz, Eisenerz — hauptsächlich Pyrit — und Biotit besteht und besonders dadurch bemerkenswert ist, daß er Monazit enthält, und zwar in beträchtlicher Menge.

Das Gestein ist von hellgrauer Farbe, stellenweise durch Eisenhydroxyd gelblich gefärbt. Es hat eine feinkörnige, kompakte Struktur, ist aber von zahlreichen Hohlräumen durchsetzt, die durch Auslaugung der Pyritkristalle entstanden sind, was sich aus der Würfelform der Hohlräume und deren teilweisen Ausfüllung mit Eisenhydroxyd oder Brauneisen erkennen läßt.

Der bei weitem vorherrschende Gemengteil — Feldspat — ist stark durchtränkt mit einer bräunlichen, fast schwarzen Masse, die in annähernd parallelen Zügen den Kristallen eingelagert ist, und die auf das polarisierte Licht nicht einwirkt. Als Einschlüsse finden sich gut pleochroitische, kleine Biotitblättchen.

Die hellen, klar durchsichtigen rundlichen Quarzkörner, die außer vereinzelten Einschlüssen nur auf den unregelmäßig verlaufenden, scharf hervortretenden Spaltrissen Infiltrationsprodukte, meist Eisenhydroxyd, aufweisen, treten durch diese Eigenschaften sowie durch die etwas höhere Doppelbrechung recht deutlich neben dem Feldspat hervor. Sie zeigen stets einheitliche Auslöschung. Biotitblättchen treten auch hier als Einschluß auf. Der Quarz füllt teilweise die Lücken zwischen den Feldspatkristallen aus. Doch wurden auch deutlich sechsseitige Querschnitte beobachtet. Er tritt an Menge und Größe sehr gegen Feldspat zurück.

Biotit ist ziemlich spärlich vorhanden und nur z. T. in guterhaltenen Kristallen zu beobachten. Er wurde fast nur in Gemeinschaft mit Pyrit gefunden und ist bisweilen ganz von diesem eingeschlossen.

Pyrit ist ein ziemlich häufiger Gemengteil und tritt sowohl in unregelmäßig begrenzten Körnern als auch in Kristallen auf. Im Dünnschliff ist er an seiner messinggelben Farbe, verbunden mit Metallglanz, leicht erkennbar. Manche Individuen zeigen noch deutlich viereckige Begrenzung. Auch die bereits erwähnte Umwandlung in Brauneisen ist mikroskopisch zu erkennen.

Außer diesen Gemengteilen wurden in den Dünnschliffen kleine, scharf begrenzte Kristalle eines mit hellgelber Farbe durchsichtigen Minerales von hoher Licht- und Doppelbrechung beobachtet, welche dem Epidot ähnlich sind und anfangs für solchen gehalten wurden. Im konvergenten Licht erwiesen sie sich als zweiachsig. Eine sichere Bestimmung war auf mikroskopischem Wege allein nicht zu erzielen. Die Behandlung des Gesteins mit Flußsäure ermöglichte jedoch eine Isolierung der vorzüglich ausgebildeten Kriställchen, die im Durchschnitt etwa eine Länge von 0,24 mm und eine Breite von 0,14 mm haben. Sie sind meist tafelförmig ausgebildet, nur einzelne Individuen zeigen eine prismatische Ausbildungsweise. Die Auslöschung auf allen Flächen dieser Zone ist parallel der Längsrichtung.

Trotz der winzigen Größe konnten die Kristalle bei der scharfen und glänzenden Beschaffenheit der einzelnen Flächen mit dem Reflexionsgoniometer gemessen werden, mit dem Ergebnis, daß hier Monazit vorliegt. Die Kristalle sind gestreckt nach der b-Achse und tafelig nach $\infty P\bar{\infty} = a\,(100)$. In dieser Zone treten außer a (100) untergeordnet $P\bar{\infty} = x\,(\bar{1}01)$ und $-P\bar{\infty} = w\,(101)$ auf. Diese drei Flächen wurden an allen untersuchten Kristallen beobachtet. Die Messungen ergaben:

	Gemessen	Berechnet[1]
a : w = (100) : (101)	= 39° 20′	39° 16′ 30″
a : x = ($\bar{1}$00) : ($\bar{1}$01)	= 53 30	53 28 44

Außerdem wurde in dieser Zone noch ein Doma beobachtet, das etwa dem Symbol $9P\bar{\infty}$ (901) entsprechen würde. Doch ist die Fläche, da die Signale breit und verwaschen waren, nicht sicher. Sie wurde berechnet aus dem Winkel:

	Gemessen	Berechnet
(100) : (901)	= 6° 31	6° 17′

Die Fläche x ($\bar{1}$01) ist stets besser und größer ausgebildet als w (101) und gibt sehr deutliche Spaltbilder. Die seitliche Begrenzung wird durch das Klinopinakoid $\infty P\bar{\infty} = b\,(010)$ gebildet. Nur an einzelnen Kristallen treten äußerst kleine Flächen von

[1] Berechnet aus dem Achsenverhältnis nach K. Busz:

$a : b : c = 0{,}97224 : 1 : 0{,}92784, \quad \beta = 76^\circ\,26'\,30''.$

N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. p. 484.

Pyramiden auf. Bei starker Vergrößerung im Mikroskop sind sie als Abstumpfungen der Kanten von $+P\infty$ und $-P\infty$ mit $\infty P\infty$ zu erkennen, und ihr Symbol konnte durch Messung des ebenen Winkels, den die Kombinationskante von Pyramidenfläche und Orthopinakoid mit der b-Achse bildet, bestimmt werden. Daraus ergab sich, daß die Pyramiden $+P = v(\bar{1}11)$ und $-P = r(111)$ vorliegen.

Auch die Zwillingsbildung nach a (100) konnte an einem Kristall nachgewiesen werden.



Durch Reiben einiger Kriställchen zwischen Glasplatten wurde erkannt, daß ihre Härte geringer ist als die des Glases. In konzentrierter Thoulet'scher Lösung sinken dieselben schnell zu Boden. Das spezifische Gewicht ist also höher als 3,2. Beide Beobachtungen treffen also für Monazit zu.

Die Art des Auftretens der Monazitkristalle im Gestein ist im Dünnschliff recht gut zu erkennen. Besonders häufig wurden die Kristalle an den Rändern der oben erwähnten Hohlräume beobachtet. Doch ist an eine nachträgliche Bildung nicht zu denken, da sie in vollkommen idiomorpher Ausbildung in Quarz- und Feldspatindividuen hineinragen (vergl. die nebenstehende Mikrophotographie[1]). In den Hohlraum (*a*) ragen mehrere Monazitkristalle

[1] In der Figur ist bei *a* die rechte, bei *b* die linke Hinweisungslinie wegzudenken, da irrtümlich angebracht.

hinein; ein größerer ist mit *b* bezeichnet. Die dunklere Umgrenzung, die aus bräunlichem Zersetzungsprodukt von ausgelaugtem Pyrit gebildet wird, enthält ebenfalls noch zahlreiche kleine, wenn auch nicht so scharf begrenzte Kristalle. Die etwas mehr hervortretenden rundlichen Partien (*c*) sind Quarzkörner. Das übrige ist Feldspat mit z. T. parallel angeordneten Zersetzungsprodukten (*d*).

Das mikroskopische Bild stimmt mit der makroskopischen Beobachtung gut überein. In dem nach Behandlung mit Flußsäure erhaltenen Rückstand erkennt man deutlich, wie einzelne Monazitkristalle aus noch unzersetzten Pyritkörnern herausragen.

Außerdem finden sich mit dem Pyrit verwachsen sehr scharf ausgebildete, sechsseitige, undurchsichtige Blättchen mit lebhaftem Metallglanz. Sie sind äußerst dünn, biegsam, gut spaltbar, und wurden durch die olivengrüne Farbe des Strichpulvers, sowie durch das spezifische Gewicht — höher als konzentrierte THOULET'sche Lösung — als Molybdänglanz erkannt. Graphit, an den man zunächst hätte denken können, ist bei diesen Eigenschaften ausgeschlossen.

Nach den Beobachtungen von R. BRAUNS [1] ist Molybdänglanz bisher nur in den ältesten Gesteinen beobachtet worden. Er hält die Einschlüsse von Eisenkies in den rheinischen Basalten, die mit Kupferkies und Molybdänglanz vergesellschaftet sind, für solche, die aus dem Grundgebirge stammen. Das gemeinschaftliche Vorkommen von Pyrit und Molybdänglanz in dem Granitauswürfling entspricht ebenfalls dieser Auffassung.

Mineralogisches Institut der Universität Münster i. Westf. 1917.

Jodgehalt und Laugeneinschlüsse im Zechsteinsalzlager.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Anschließend an die Untersuchung posthumer Einlagerungen [2] prüfte ich einige Proben sehr reinen Halits, Sylvins und Carnallits auch auf ihren Jodgehalt. Bei Aufbewahrung der zur Jodbestimmung ausgewählten Salzstücke wurde — um eventueller Jodzufuhr vorzubeugen — mit besonderer Vorsicht verfahren. Die Behandlung erfolgte nach den Angaben E. ERDMANN's [3], indem die nach der

---

[1] Sitz.-Ber. d. naturh. Ver. 1913. p. 13—14.

[2] M. RÓZSA, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. 98. p. 327—332.

[3] E. ERDMANN, Kali. 1910. p. 117. — K. KRAZE, Vorkommen und Nachweis von Jod in einigen natürlichen Salzmineralien. Halle a. S.

gewichtsanalytischen Methode hergestellten Endlösungen kolorimetrisch geprüft wurden. Bei ungünstigem Resultat der Vorversuche benützte ich in einigen Fällen auch die Destillationsmethode. Über manche Erfahrungen bei Anwendung des kolorimetrischen Verfahrens wird nach der Ausführung weiterer Jodprüfungen, bei gleichzeitiger Anwendung der Methode Winkler's und in möglichen Fällen des gewichtsanalytischen Verfahrens, ausführlich berichtet. Die Mengen der angewendeten Salze und die Resultate bisheriger Untersuchungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Mit Ausnahme der Sylvinproben II und III und der Carnallitprobe IV wurden die übrigen Proben aus den Spaltprodukten des Hauptanhydrits genommen. Carnallit IV stammt aus jenen posthumen Einlagerungen im Berlepschwerk, die sich zwischen dem Hauptanhydrit und dem jüngeren Steinsalz vorfinden. Im Schliff durchkreuzen unzählige Flüssigkeitseinschlüsse, sehr häufig mit Libellen, das Gesichtsfeld. Sylvin II und III brachte ich aus den posthum entstandenen Sylvinnestern des Staßfurter Hangend-Hartsalzes mit. Die Zahl der Flüssigkeitseinschlüsse war in der jodhaltigen Probe II auffallend größer als in der jodfrei gefundenen Probe III, trotzdem beide Handstücke demselben Horizont zugehören [1]. Wenn auch die als jodfrei gefundenen Carnallite zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse enthielten, so kennzeichneten sich die jodhaltigen Salzstücke dennoch durch die stets auftretende, besonders große Anzahl dieser Einschlüsse.

Den Nachweis von Jod in Kalisalzen, bezw. die quantitative Bestimmung desselben hat zuerst K. Kraze unternommen. Nach seinen Untersuchungen kommen geringe Jodmengen in folgenden Zechsteinkalisalzen vor: Hartsalz von Bleicherode (0,1 mg in 10 kg), Sylvin des Hartsalzes von Neustaßfurt (0,4 mg in 10 kg).

Bei der Untersuchung einer im Salzlager der Mecklenburgischen Gewerkschaft Friedrich Franz zu Lübtheen gewonnenen Lauge, welche aus der zwischen dem graugrünen und dem rotbraunen Salzton gelagerten Steinsalzbank austritt, stellte vor einigen Jahren K. Koelichen fest, daß diese Lauge außer Brom noch geringe Mengen Jod enthielt (3960 mg Brom und 2,7 mg Jod im Liter) [2]. Die Lauge besaß einen hohen Gehalt an Chlormagnesia (386,9 g im Liter) und bedeutende Mengen von $FeCl_2$ (1,32 g im Liter) und MgB_4O_7 (4,6 g im Liter). Bei vorsichtiger Behandlung mit einigen Tropfen verdünnten Chlorwassers und Ausschütteln mit

[1] Dieser Umstand hängt offenbar mit den statischen Druckverhältnissen zirkulierender Laugen zusammen, indem an einzelnen Stellen Laugenstauung erfolgte, wogegen in anderen Teilen desselben Horizontes die Laugen rascher Austritt fanden. Dies. Centralbl. Jahrg. 1916. p. 508.

[2] K. Koelichen, Kali. 1913. p. 457.

Schwefelkohlenstoff trat die charakteristische Jodfärbung bereits auf, die bei weiterer Behandlung in die Bromfärbung überging.

Unlängst prüfte auch L. W. Winkler einige Laugen der deutschen Kalisalzlager auf ihren Jodgehalt und fand im Liter 17 mg (Mecklenburg), bezw. 1,8 mg (Staßfurt) und 2,2 mg (Hainleite) Jod, wogegen in den eingesendeten Salzproben und Fabriksendlaugen ein Jodgehalt nicht nachweisbar war[1].

Tabelle 1.

	Steinsalz			Sylvin						Carnallit					
	I	II	III	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Versuchsmenge in g	354	1570	895	237	1860	1753	807	171	2045	1106	736	582	854	1609	348
Gefunden: mg Jod	—	—	—	—	0,12	—	—	—	—	0,10	—	—	0,06	—	—
Gefunden: mg Jod in 1 kg Salz	—	—	—	—	0,06	—	—	—	—	0,09	—	—	0,07	—	—

Die bei der Erörterung der jodhaltigen Salzproben erwähnte Beobachtung, daß Laugeneinschlüsse auch in den jodfrei gefundenen Salzen in großer Zahl auftreten, wirft die Frage über die Genesis der intern entstandenen Laugen auf:

A. Die ersten Laugeneinschlüsse dürften die Salze bereits bei ihrer Ausscheidung und Ablagerung aufgenommen haben. Die Bezeichnung „Urlauge“ könnte hier am entsprechendsten angewendet werden. Während der Auspressung und Zirkulation dieser Laugenteile fanden örtliche Differenzierungen der Zusammensetzung statt, wobei sukzessive Anreicherung der löslichsten Bestandteile in den schließlich zurückgebliebenen Laugenresten erfolgte. Die Wahrscheinlichkeit des Jodvorkommens ist wohl bei diesen Laugeneinschlüssen die größte. Auch die Entstehung der Borazitkugeln mußte mit der Zirkulation dieser Laugenreste verbunden gewesen sein, da das gleichartige Vorkommen im Hauptsalz- und Hartsalzlager mit Bestimmtheit erkennen läßt, daß die Borazitbildung der Hartsalzbildung voranging und sich noch im unveränderten Hauptsalzlager vollzog.

B. Bei den thermalen und hydrothermalen Umwandlungsvorgängen abgelagerter Salze zirkulierten die entstandenen Schmelzen und Laugen in die Richtung des Druckgefälles. Die bedeutenden Mengen ausgeschiedener Laugen des unteren Gipslagers drangen

[1] L. W. Winkler, Über das Vorkommen des Jods in den deutschen Kalilagern. Zeitschr. f. angew. Chemie. 1916. No. 102 u. 103.

hiebei in die höher gelegenen Salzschichten und haben zu den hydrothermal rückgängig erfolgten Gleichgewichtsveränderungen wesentlich beigetragen. Stellenweise konnten indessen auch Laugen höherer Horizonte, durch Risse und Sprünge, in die tiefer liegenden Schichten gelangen. Je nach den statischen Druckverhältnissen durchtränkten die zirkulierenden Laugen einzelne Teile der Salzlager und führten zu den mannigfaltigen Umwandlungsvorgängen derselben[1]. Ein nachweisbarer Jodgehalt ist bei diesen nachträglich entstandenen Laugen nur in jenen Fällen zu vermuten, als dieselben die ursprünglich vorhanden gewesenen Laugenreste aufnahmen und infolge der erwähnten Differenzierungsvorgänge sich an Jod anreicherten.

Die äußere Zufuhr jodhaltiger Laugen kann ebenfalls in Betracht kommen, auch bei den Umwandlungsvorgängen mancher Kainitgebiete. Die Untersuchungen werden, sobald es möglich wird, auch in dieser Richtung fortgesetzt.

Die Ursache der äußerst geringen Jodführung im Zechsteinsalzlager hat bereits H. E. Boeke angegeben[2]. Während nämlich der Bromcarnallit mit dem gewöhnlichen Carnallit Mischkristalle bildet, zeigt hiezu der Jodcarnallit keine Neigung. Bereits bei der Bildung der Carnallitlager mußte demnach eine Verschiebung des Brom-Jodverhältnisses eintreten, indem bei der Ausscheidung des Carnallits sich gleichzeitig auch Bromcarnallit ablagerte, wogegen Jodsalz nur in den durchtränkenden und anhaftenden Laugenteilen vorhanden war. Diese Verschiebung läßt sich im Carnallit tatsächlich nachweisen. Auch in Carnallitproben, die aus Elsaß und aus Galizien herstammen, fand ich Brom, wogegen Jod nur in einem Falle nachweisbar war. Das festgestellte Brom-Jodverhältnis der jodhaltigen Carnallite I (1 : 0,0008) und IV (1 : 0,0014), gegenüber dem Brom-Jodverhältnis im Meerwasser (1 : 0,034), bestätigt ebenfalls diese Erklärung.

Die marinen Versteinerungen des Salztones, als auch der Umstand, daß sich unmittelbar über dem Hauptsalzlager zahlreiche Anhydritschichten ausbilden konnten und dann von neueinbrechendem Meerwasser, bezw. vom entstandenen Laugengemisch, bedeutende Mengen des Magnesits ausgeschieden wurden, schließen das Bestehen einer jodhaltigen und hygroskopischen Deckschicht, die aus der vollständigen Eintrocknung der Laugen herrührte, gänzlich aus. Die letzten Laugenreste gelangten in das neueinbrechende Ozeanwasser, vermehrten den Jodgehalt im entstandenen Laugen-

[1] M. Rózsa, Über den chemischen Aufbau der Kalisalzablagerungen im Tertiär des Oberelsaß. Zeitschr. f. anorg. Chemie. **93**. p. 146; — Über die Ausscheidung und Thermometamorphose der Zechsteinsalze Bischofit, Kainit und Astrakanit. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **97**. p. 41—55.

[2] H. E. Boeke, Zeitschr. f. Kristallogr. **45**. p. 388.

gemisch, führten jedoch, infolge der wiederholten Überlagerungen durch verdünnte Laugen, in keinem Falle zum Bestehen von Bischofitlagern und jodhaltigen Deckschichten. Hiedurch wird sowohl die Annahme der gänzlichen Assimilierung des Jodgehaltes durch Seepflanzen, als auch jene Voraussetzung, daß infolge der Zersetzung von Jodverbindungen das Jod an die Atmosphäre abgegeben wurde, hinfällig.

Zur tektonischen Geschichte Mexikos.

Von **Erich Haarmann.**

Nachdem ich 1913 einiges zur Zeitbestimmung der tektonischen und vulkanischen Vorgänge in Mexiko beitragen konnte [1], möchte ich heute die tektonische Geschichte Mexikos zusammenfassend in ein schärferes Licht stellen.

Ich habe in Mexiko eine alte, scharfe Faltung des Devons [2] (meiner „Delicias-Schichten") nachgewiesen, auf dem diskordant Perm liegt. Wie in anderen heute festländischen Gebieten der Erde fand nach den paläozoischen Faltungen, im Mesozoicum, eine lang andauernde Senkung statt. Dies zeigen die mächtigen mesozoischen Schichtenfolgen, von denen am besten Jura und Kreide bekannt geworden sind.

Die fazielle Übereinstimmung der Ablagerungen auf dem mexikanischen Hochlande (der Mesa Central) und in den tiefer gelegenen Randgebieten, welche in der Kreide bis zum Unterturon anhält, zeigt die bis dahin gleichmäßige Meeresbedeckung des Gebiets. Soviel mir bekannt ist, liegen die mesozoischen Schichten bis zum Unterturon im wesentlichen konkordant; eine Störung der Ablagerungen hat also nicht viel früher eingesetzt.

Um jene Zeit muß eine Umkehrung in der Bewegung des bis dahin sinkenden Gebiets stattgefunden haben: es setzte eine Hebung ein. Mit dem Bewegungswechsel fällt die Faltung der tief gesunkenen und schließlich bis in Zonen merklicher Plastizität gelangten Schichten zusammen, und augenscheinlich war dieser Bewegungswechsel die Ursache der Faltung. Denn die naturgemäß nicht ganz gleichmäßige Hebung

---

[1] E. Haarmann, Geologische Streifzüge im Staate Coahuila. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **65**. 1913. Monatsber. p. 18—47.

[2] W. Haack, Über eine marine Permfauna aus Nordmexiko etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **66**. 1914. p. 482—504.

konnte eine der wichtigsten Vorbedingungen für Faltung, ein Schweregefälle, schaffen.

Wie aus der Überkippung der Falten nach Norden und Nordosten zu entnehmen ist, hatte das Schweregefälle nördliche bis nordöstliche Richtung. Es ist eine auffällige Tatsache, daß die Richtung dieses bei der Faltung vorhandenen Schweregefälles sich mit der des auch heute noch bestehenden Oberflächengefälles deckt: der südliche Teil der Mesa Central liegt wesentlich höher als der nördliche. Im Süden bestand also seit Beginn des Aufstiegs eine stärkere Hebung.

Bei vielleicht zunächst noch fortschreitender Faltung stieg das Land immer weiter, wie aus den immer größer werdenden Unterschieden in der Ausbildung der Schichten im Gebiet der heutigen Mesa Central und ihrem Vorlande ersichtlich ist. Die Oberfläche des sich hebenden Blocks wurde in der Nähe des Wasserspiegels vom Meere angehobelt, bis dieser sich aus den Fluten hob — damals wirklich als „Mesa", als „Tisch". Bald aber wurde die mehr oder weniger geglättete Oberfläche des Blocks von der Erosion zerfurcht, und aus dieser frühen Zeit, oder auch aus der kurz vorhergegangenen der Abtragung durch das Meer, entstammt die Bildung jener wasserbewegten Gerölle, die auf Bergen oft anderen Gesteins gelegentlich gefunden wurden.

In den seichten, sumpfigen Niederungen des eben emporgetauchten und flach zerfurchten Festlandsblocks konnten im Ausgange der Kreidezeit Dinosaurier leben, deren Reste ich bei etwa 1200 m Meereshöhe im nördlichen Teil der Mesa Central zusammen mit Pflanzenresten in den „Soledad-Schichten" gefunden habe. Diese Schichten, die bei jüngeren Krustenbewegungen geneigt wurden, füllen Becken aus und enthalten außer jenen Fossilien auch Gerölle nicht nur von Kreidekalken, sondern auch von Eruptivgesteinen — so zeigend, daß Material der schwellenden Unterlage sich schon in verhältnismäßig frühem Stadium der Hebung durch die sich faltende Decke Bahn gebrochen hat.

Ebenfalls im Ausgange der Kreidezeit entstanden an der Schwelle des aufsteigenden Blocks Kohlen, die ja immer ein gutes Zeichen voraufgegangener Krustenbewegungen sind. Besonders in der Nähe des Hochlandssockels sind auch sie noch von den späteren Bewegungen betroffen worden.

Der Mesablock hebt sich weiter; die Täler schneiden sich dabei tiefer in die durch das Meer geschaffene Abtragungsfläche. Der Erosion wurden durch die dem Gestein bei der Faltung gegebene Struktur die Wege gewiesen und diese, aber auch nur diese Bedeutung hat die Faltung für die heutige Gestalt Mexikos, so daß man keineswegs von einer Emporfaltung sprechen darf.

Bald macht sich im weiteren Verlauf von Hebung und Erosion ein Unterschied bemerkbar zwischen den Tälern, die an den Rändern

des Blocks verlaufen, und denen, die in seiner Mitte liegen. Jene randlichen Täler hatten Abfluß nach dem Meere: sie wurden stets ausgeräumt und mit der Hebung der Mesa immer tiefer eingeschnitten. Die Mittentäler dagegen hatten keinen Abfluß zum Meere: sie wurden immer höher aufgefüllt, immer tiefer wurden die Gebirgsrippen im eigenen Schutt begraben und zwischen ihnen dehnen sich heute weite Bolson-Ebenen, Auffüllungstäler. So erscheinen uns die Ränder des mexikanischen Hochlands mit ihren großen Höhenunterschieden zwischen Gebirgskamm und Talsohle weit großartiger, als die ebenso hochragenden, aber zum großen Teil verschütteten Gebirgszüge des Innern.

Die Hebung des riesigen mexikanischen Blocks dauert noch heute an, wie durch Beobachtungen an der Golfküste und in Niederkalifornien sichergestellt ist. Auch die Übereinstimmung zwischen der Richtung des bei der Faltung bestehenden Schwere- und des heutigen Oberflächengefälles zeigt die Einheitlichkeit und Jugendlichkeit der Hebung. Am höchstgehobenen Südrande der Scholle finden wir noch heute vulkanische und seismische Tätigkeit. Augenscheinlich ist hier die Erdkruste am meisten geschwächt und dadurch der Magmaaufstieg besonders erleichtert.

Verallgemeinernd läßt sich sagen, daß immer, wenn das die Faltung hervorrufende Schweregefälle durch Hebung entstand, der Teil des aufsteigenden Blocks, welcher rückwärts der Überkippung liegt, stärker gehoben worden sein muß. Hier muß also auch stärkere Zerreißung der Erdkruste stattgefunden haben, die dem Magma Aufstiegserleichterung bot. Tatsächlich beobachten wir ja auch so häufig Zeugnisse vulkanischer Tätigkeit im Rücken der Faltengebirge. Man wird dies als Anhalt für Entstehung der Faltung bei Hebung ansehen dürfen.

Möglich, daß gleichzeitig mit dem Emporsteigen der mexikanischen Scholle Senkungen der Umgebung, besonders im Osten und Westen, stattgefunden haben. Jedenfalls: je mehr der Block über seine Umgebung emporwuchs, um so mehr verloren seine Steilränder an Stütze; es entstanden Abklüftungen, die sich im weiteren Verlauf zu Spalten erweiterten. Spalten kennzeichnen Zerfall, der besonders im oberen Teile der aufsteigenden Scholle auftrat. Mit der Wirkung von Zugspannungen hat diese „Zerrung" natürlich nichts zu tun; sie geht lediglich auf die Wirkung der Schwere zurück.

Die Spalten wurden nicht nur von oben mit hereinbrechenden Gesteinsbrocken versetzt, sondern sie wurden auch von unten teils mit eruptiven Gesteinen, teils mit Erzen ausgefüllt. Einige der Spalten nämlich, und zwar besonders die, an welchen verschieden starke Hebungen der angrenzenden Gebirgskörper vor sich gingen, reichten bis in die Schollenunterlage und boten Magma und Thermalwassern Aufstiegswege. Von diesen T i e f s p a l t e n aus wurde auch

ein Teil der zahlreichen Flachspalten mit Magma und Minerallösungen verfüllt, und es entstand so der ungemeine Reichtum Mexikos an Erz- und Eruptivgängen. Faltung und Gangbildung treten hier als aufeinanderfolgende Wirkungen von Hebung auf, während sie zunächst in Gegensatz zu stehen scheinen: die eine als Stau-, die andere als Zerrwirkung.

Es liegen gewisse Anhaltspunkte dafür vor, daß auch in andern Ganggebieten dieser bemerkenswerte Zusammenhang zwischen Hebung und Gangbildung besteht, so z. B. in Nordamerika. Jedoch bleibt zu untersuchen, ob nur die bei schwellender, oder auch die bei sinkender Unterlage sich bildenden Spalten von unten her ausgefüllt und also Gänge werden können. In vielen Fällen werden Hebungen mit Senkungen von Nachbarschollen Hand in Hand gehen.

Auf Faltung folgende Gangbildung ist auch anderwärts nachgewiesen worden, ohne daß freilich der Zusammenhang erkannt worden wäre. Besonders sind in dieser Beziehung die eingehenden Untersuchungen Bornhardt's und Denckmann's im Siegerlande bemerkenswert. Dort ist sichergestellt, daß die Entstehung der Gänge „nur an den Schluß des Gebirgsfaltungsvorgangs gesetzt werden“ kann und „daß die Gangbildung jünger ist als die Aufrichtung und Faltung der Schichten“. Hier finden wir also Verhältnisse, die sich mit den mexikanischen vollkommen decken.

Zur Altersfrage des „Chocsdolomites“.

Von **Béla Dornyay** in Veszprém.

W. Goetel gelangt in seiner 1916 erschienenen ausgezeichneten Studie[1] nach Behandlung der geschichtlichen Entwicklung der Chocsdolomit-Frage in bezug auf den im allgemeinen für cretacisch (neocom) gehaltenen Chocsdolomit — welcher Auffassung einzelne nur schwach widersprachen — auf Grund der *Daonella*-Funde von Dr. Julius Vigh und eigenen Beobachtungen in der Tatra im Endergebnis zu folgenden Feststellungen:

„1. Der ‚Chocsdolomit‘ des Tatragebirges gehört nicht zur Kreide, sondern zur Trias und ist mit den in

[1] Zur Liasstratigraphie und Lösung der Chocsdolomitfrage in der Tatra. Extr. du Bullet. de l'Acad. d. science de Cracovie.

der Hauptmasse mitteltriadischen, subtatrischen Kalken und Dolomiten identisch. 2. Er bildet eine große, diskordant über den jüngeren Schichten liegende Decke, die an einzelnen Stellen mit der Hauptmasse der Dolomite noch in ursprünglicher Verbindung steht, größtenteils aber in der Form von isolierten Massen auf den jüngeren Schichten schwimmt."

Mit der Untersuchung des Alters, der Beschaffenheit und stratigraphischen Stellung des „Chocsdolomites" befaßte ich mich von 1909 bis 1913 auch eingehend und veröffentlichte die während meiner Mittelschullehrerzeit in der Stadt Rosenberg (Rózsahegy) gemachten geologischen Beobachtungen in meiner 1913 in ungarischer Sprache erschienenen Dissertation [1]. Obwohl von meiner ungarisch veröffentlichten Dissertation auch einige nicht ungarische Fachblätter, wie die Revue critique de Paléozoologie [2] und diese Zeitschrift [3] Notiz nahmen, haben doch nichtungarische Fachleute, die sich mit der Altersfrage des Chocsdolomites befaßten, unter ihnen auch W. Goetel, meine Arbeit, eben weil sie leider nur ungarisch erschienen und daher ausländischen Fachleuten unzugänglich ist, nicht zur Kenntnis genommen. Daher halte ich es für zeitgemäß, meine Auffassung über das Alter des Chocsdolomites auf Grund meiner geologischen Beobachtungen in der Umgebung von Rózsahegy kurz zu veröffentlichen.

Die ältesten Bildungen in der unmittelbaren Umgebung der Stadt Rosenberg (Rózsahegy) im westlichsten Winkel des südwestlich der Hohen Tatra sich erstreckenden Beckens von Liptó werden von der aus Dolomit und Kalk bestehenden mächtigen Schichtenserie gebildet, die die Berge in der Umgebung von Rosenberg [4] zusammensetzt und auf die an mehreren Orten jüngere Bildungen sich legen. Organische Reste sind sowohl im grauweißen Dolomit, als auch im dunkelgrauen, manchmal schwarzen, von Calcitadern durchsetzten, hie und da hornsteinführenden Kalk sehr selten und beschränken sich scheinbar auf den Dolomit. Der vollständige Mangel — richtiger die große Seltenheit — der Versteinerungen im Dolomit sowie seine eigenartigen und viel erörterten Lagerungsverhältnisse dem Neocommergel gegenüber war die Ursache davon, daß seit den Beobachtungen von D. Stur (1859) bis

[1] Dornyay, Béla: Rózsahegy környékének földtani viszonyairól. Budapest 1913. (Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Rózsahegy. p. 51. Mit 6 Abbild., 2 Taf., 4 geol. Profilen u. 1 geol. Karte.)

[2] Paris 1914. Avril. No. 2. p. 95. No. 3. p. 111—112.

[3] Dies. Centralbl. 1914. No. 9. p. 288.

[4] Unter ihnen auch der Velki Chocs (1613 m), der dem Chocsdolomit den Namen gab. Seine Hauptspitze liegt in der Luftlinie nur 8 km nordöstlich von Rosenberg, doch liegt er schon außerhalb des von mir genauer untersuchten Gebietes.

in die neuesten Zeiten (V. Uhlig 1907, H. Vetters 1909) die hervorragendsten Geologen den „Chocsdolomit" für neocom hielten. Einzelne zogen hieraus auch weitgehende Folgerungen. Nach langem und mühseligem Suchen gelang es mir, in dem für neocom gehaltenen „Chocsdolomit" in Rosenberg (Rózsahegy) und der Umgebung die folgende kleine Fauna zu sammeln:

Daonella cfr. *Pichleri* Mojs. (Baráthegy)
„ cfr. *tyrolensis* „ „
Encrinus cassianus Klipst. sp. Rosenberg (Rózsahegy, Dolomitvorsprung des „Ring")
Entrochus silesiacus Beyr. (Baráthegy; Faith-Haus)
Cidaris dorsata Münst. „ „
Gyroporella (*Dactyloporus*?), (Oszada, südl. von Rosenberg).

Diese Versteinerungen beweisen, daß die Dolomite und Kalke der Umgebung von Rosenberg — demnach die sogen. „Chocsdolomite" —, die nach den Wiener Geologen bis 1913 für neocom gehalten wurden, zweifellos der Trias angehören und wahrscheinlich mehrere Horizonte umfassen, die aber auf Grund der in der Umgebung von Rosenberg bisher gesammelten kleinen Fauna vorläufig nicht gegliedert werden können. Die erwähnten Arten der Fauna sind im allgemeinen für die ladinische Stufe der mittleren Trias bezeichnend, da die erwähnten Daonellen in den Wengener und Buchensteiner Schichten, *Cidaris dorsata* und *Encrinus cassianus* dagegen in den Cassianer Schichten sowohl der Alpen als auch des Bakony (Veszprém) vorkommen.

Daher sind die Feststellungen der Wiener Geologen, unter ihnen auch Uhlig's, daß in der Umgebung von Rosenberg Triasbildungen nicht vorkommen, sondern nur der auf „Neocommergel gelagerte", versteinerungslose „Karpathische oder Chocsdolomit", falsch. Am östlichen Hang des Szidor-Bergzuges bei Rosenberg, in der Umgebung des Djelec-Steinbruches fanden sich nämlich Triasversteinerungen in dem Dolomit, auf dem in kleineren Vorkommen Neocommergel des Nagy-Kalvária liegen, die mit den dazwischengelagerten Kalken in ununterbrochenem Zuge vom „Ring" genannten Dolomitvorsprung angefangen über den Djelec-Steinbruch bis zur Spitze des Nagyszikla und Szidorhegy verfolgt werden können. In einem kleinen Vorkommen liegt Neocommergel auf den Triasbildungen auch im mittleren Teil der Täler Kundratova und Micsino, wo wir also von unten nach oben die folgende Schichtenfolge beobachten: Triasdolomit, Neocommergel und über diesen — jedoch nicht auf ihn gelagert — ragen im Nagyszikla wieder die Triasbildungen auf. Nach meinen Beobachtungen hüllen daher die Neocommergel die mächtige Triasmasse des klippenartig aufragenden Szidorzuges von

N, W und S mantelförmig ein, während sie diese im O frei lassen, da hier die starke Denudation nur noch Trümmer der ehemaligen Hülle übrig ließ.

Ebenso verhält es sich auch um die „Chocsdolomit“-Spitze des Csebrát. Der Dolomit der Csebrát-Spitze kann schon seiner Lagerung zufolge nicht auf Neocommergel liegender Neocomdolomit sein[1], da sonst die am östlichen Hang des Csebrát liegenden petrographisch identischen und ebenfalls nach S fallenden, jedoch viel tiefer liegenden Dolomit- und Kalkklippen des „Na Opukach“ nicht unter den Neocommergel hätten gelangen können, wie wir das tatsächlich aber beobachten können. Alle Dolomit- und Kalkschichten des Csebrát fallen, von wenigen lokalen Ausnahmen abgesehen, nach S ein und stimmen petrographisch mit den ähnlichen Bildungen des Baráthegy und Szidorzuges überein. Wir müssen daher annehmen, daß sämtliche Dolomit- und Kalkbildungen des Csebrát klippenartig aufragende Triasbildungen sind, die der Neocommergel, als bedeutend jüngere Bildung, bis zu einer gewissen Höhe mantelförmig von allen Seiten umgab.

Da ich aber in diesem Artikel die Altersfrage des „Chocsdolomites“ erörtern will, kann es nicht meine Aufgabe sein, hier meine endgültige Meinung über die komplizierten Lagerungsverhältnisse des Chocsdolomites auseinanderzusetzen, um so weniger, als die mehr-weniger spekulativen tektonischen Theorien leicht wechseln. Es gilt in dieser vielumstrittenen Frage noch immer: ad indices lis est!

Schließlich muß ich noch hinweisen auf die große, man kann sagen vollständige petrographische Übereinstimmung der Triasdolomite und -kalke aus der Umgebung von Rosenberg mit den von anderen Orten der Karpathen beschriebenen und zweifellos als triassisch bekannten Bildungen, was übrigens die Wiener Geologen schon betonten („Rekurrenzfazies“).

Meiner Meinung nach sind diese versteinerungsführenden Dolomite und Kalke mit jenen dunkeln Kalken und grauen Dolomiten des subtatrischen Teiles der Hohen Tatra identisch, die die anisische und ladinische Stufe der mittleren Trias vertreten. Dunkelgraue, von weißen Kalkspatadern durchsetzte Kalke, die den Gutensteiner und Reichenhaller Kalken entsprechen, bilden an vielen Orten die tieferen Horizonte dieser Kalke, während sie sonst an die Reiflinger Kalke erinnern und Hornsteinknollen enthalten. Bekanntlich erstreckt sich der Reiflinger Kalk nicht nur auf die anisische, sondern auch auf die ladinische Stufe, in den nördlichen Alpen bildet sie sogar eine Hauptfazies der ladinischen Stufe.

---

[1] Um von der zwischen ihnen vorhandenen Diskordanz gar nicht zu sprechen, da der Dolomit hauptsächlich nach S, der Mergel aber nach N fällt.

Letzteres wird auch für die Umgebung von Rosenberg durch einige für die ladinische Stufe bezeichnende Versteinerungen der angeführten Fauna wahrscheinlich, was wieder um so interessanter ist, als in der Trias der West- und Zentralkarpathen die ladinische Stufe bisher auf Grund von Versteinerungen nicht nachgewiesen war!

An Stelle des früher für neocom gehaltenen „Chocsdolomites" von triadischem Dolomit zu sprechen, hielt ich auf Grund eigener Beobachtungen im Jahre 1913 nur für die Umgebung von Rosenberg für richtig, doch betonte ich schon damals, daß wir es wahrscheinlich auch in anderen Gegenden der Karpathen mit ähnlichen Verhältnissen zu tun haben. Die Klärung und genaue Revision dieser Frage wird die Aufgabe der 1913 von der kgl. ung. Geologischen Reichsanstalt eingeleiteten geologischen Reambulation von Ober-Ungarn sein, damit wir in dieser verwickelten und viele Unklarheiten in sich bergenden Frage — die Gelegenheit zur Aufstellung zahlreicher Hypothesen, die hier näher nicht erörtert werden können (Überschiebungs-, Deckentheorie, wurzellose Decke usw.) bot und auch heute noch bietet — endlich klar sehen können!

Die von Dr. Julius Vigh und W. Goetel neuerdings erreichten und meine Beobachtungen bestätigenden Ergebnisse haben, wie wir sehen, außer für die Umgebung von Rosenberg auch für andere Orte der Karpathen endgültig entschieden, daß der sogen. „Chocsdolomit" nicht neocomen, sondern triadischen Alters ist! Wie bisher in den Alpen und im Bakony, werden bald auch in den Karpathen, glaube ich, bessere und lehrreichere Aufschlüsse, reicheres Versteinerungsmaterial, eingehendere und größere Gebiete umfassende Triasstudien die genauere, detaillierte Gliederung der Schichtenserie des sogen. „Chocsdolomites" ermöglichen.

Personalia.

Angenommen: Prof. Dr. J. F. **Pompeckj** in Tübingen den Ruf nach Berlin als Nachfolger von Geh. Bergrat Prof. Dr. W. Branca.

Zu früh und unerwartet verschied am 19. Dezember 1916 Herr **Maximilian Simon**, Doktor der Philosophie und Assistent der Chemie an der Universität Innsbruck. Geboren 1869 in Schönau-Teplitz maturierte er am Gymnasium in Böhmisch-Leipa und studierte an den Universitäten Prag und Innsbruck, wo er

sich auch noch der Lehramtsprüfung über Chemie und Naturgeschichte unterzog. Seine Publikationen betrafen die Chemie, Phyto- und Minerochemie, so die Dissertation über die Selencyanpropionsäure (Wiener Akad. Sitz.-Ber. **114**. 1905), die Untersuchungen über das Balanophorin (ebenda. **119**. 1910), dann über die Sodaeffloreszenzen im Haller Salzberg und ihre Genese (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1914. I. 1). Die umfangreiche Prüfungsarbeit bezog sich auf das Vorkommen und die Bildung der Soda in der Natur. Mit besonderem Interesse pflegte Simon die Mineralchemie, für welches Fach er sich auch habilitieren wollte. Im mineralogisch-petrographischen Institute war er ein eifriger Praktikant und bedachte dasselbe mit Metall- und Kristallpräparaten, sowie mit instruktiven Modellen von Klassenachsenkreuzen. Auch verfaßte er ein wertvolles Referat über die 1913-Exkursion zum Bergwerk Dirstentritt und zur Ehrwaldit-Lagerstätte. **A. Cathrein.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Frage nach der Zusammensetzung der Pyroxene.

Von **C. Doelter.**

G. Tschermak stellte 1871 die Theorie auf, daß tonerdehaltige Pyroxene aus den Silikaten:

$$Ca Mg S_2 O_6, \quad Ca Fe Si_2 O_6$$

und den sesquioxydhaltigen Silikaten:

$$Mg Al_2 Si O_6, \quad Mg Fe_2 Si O_6$$

bestehen, daher Ca kleiner als Mg plus Fe ist.

Diese Anschauung wurde dahin von mir und anderen erweitert, daß auch die Sesquioxydsilikate $Ca Al_2 Si O_6$ und $Ca Fe_2 Si O_6$ vorhanden sein können und daß manchmal, wie in den Fassaiten, ein Überschuß von $Ca Si O_3$ vorhanden ist, während A. Wahl wieder einen Überschuß von $Mg Si O_3$ nachwies.

Komplizierter sind die natronhaltigen Pyroxene. In diesen finden sich die Silikate $Na Al Si_2 O_6$ und $Na Fe Si_2 O_6$, welche ja sichergestellt sind. Es gibt aber auch Pyroxene, in welchen für diese letzteren Silikate nicht genügend Kieselsäure vorhanden ist, so daß man sich gezwungen sah, auch noch die Silikate $Na Al_2 Si O_6$ bezw. $Na Fe_2 Si O_6$ anzunehmen. Diese erweiterte Tschermak'sche Theorie enthält so viel Faktoren, daß die Berechnungen nicht leicht sind.

C. F. Rammelsberg nahm die damals unwahrscheinliche Anschauung an, daß die Silikate $R Si O_3$ mit $Al_2 O_3$ und $Fe_2 O_3$ gemengt seien, während A. Knop Aluminate $Mg Al_2 O_4$ und $Mg Fe_2 O_4$ annahm. Wie letzterer bereits bemerkt, ist dann der Unterschied zwischen der Theorie G. Tschermak's und Rammelsberg's mehr ein theoretischer, da das Silikat $Mg Al_2 Si O_6$ zerlegt werden kann in $Mg Si O_3 + Al_2 O_3$.

H. E. Boeke hat die Rammelsberg'sche Anschauung wieder neuerdings aufgestellt und durch statistische Daten gestützt.

Die neuerlichen Berechnungen von G. Tschermak zeigen, daß seine Forderung, daß bei Tonerde-Augiten $Mg > Ca$, in sehr vielen Analysen erfüllt ist.

Dagegen hat vor kurzem F. Zambonini[1] ebenfalls Berechnungen durchgeführt, welche seiner Ansicht nach zeigen, daß die Berechnung nicht den Tschermak'schen Ansichten, wonach

[1] F. Zambonini, Atti R. Accad. Napoli. **16.** (1914.)

$Ca < Mg + Fe$ sein muß, entspricht. Er stellt folgende Hypothese auf:

Die Augite bestehen aus:

1. Metasilikaten $\overset{II}{R}SiO_3$,
2. Aluminaten und aus $R\overset{III}{R}_2O_4$ oder $\overset{II}{R}SiO_3 . n\overset{II}{R}\overset{III}{R}_2O_4$,
3. dem Silikat $\overset{III}{R}_2Si_3O_9$ oder aus $\overset{II}{R}SiO_3 . n\overset{III}{R}(SiO_3)_3$.

Letzteres läßt sich auch als $R\overset{III}{R}_2(SiO_3)_4$ auffassen, wenn $n = 1$ ist. Diese Hypothese ist jedoch, wenn sie auch den Berechnungen entsprechen sollte, eine ziemlich komplizierte, wenn auch zugegeben wäre, daß diese Verbindungen selbständig existieren, bezw. nachgewiesen sind. Dagegen nimmt F. ZAMBONINI für die rhombischen Pyroxene an, daß sie bestehen aus:

1. $\overset{II}{R}SiO_3$,
2. $\overset{II}{R}\overset{III}{R}_2O_4$ oder $\overset{II}{R}SiO_3 . n\overset{II}{R}\overset{III}{R}_2O_4$,
3. $\overset{II}{R}(SiO_3)_2$ oder $\overset{II}{R}SiO_3 . n\overset{III}{R}_2(SiO_3)_3$.

Doch bemerkt er, daß die dritte Komponente bisher in den rhombischen Pyroxenen nicht in Betracht kommt. Diese Hypothese ist jedenfalls nicht einfacher als die von G. TSCHERMAK, sie ist auch nicht nachgewiesen.

Prüfung auf hypothetische Komponenten.

Diese kann nach folgenden Methoden durchgeführt werden:

1. Berechnung der Analysen auf Grund der Annahme solcher isomorpher Komponenten, welche dieselbe Valenzsumme zeigen (Methode von G. TSCHERMAK).
2. Künstliche Darstellung der hypothetischen Komponenten.
3. Statistische Methode und Projektion vermittelst des GIBBSschen Dreiecks (Methode von O. BOEKE).
4. Studium der entsprechenden Schmelzkurven, wobei sich die vermutete Verbindung in der Schmelzkurve durch eine Erhöhung anzeigt.

Jede dieser Methoden kann bis zu einer gewissen Grenze zu einem Resultat führen, aber bei Vorkommen von mehreren Komponenten wird eine einzige Methode meistens nicht zum Endziele führen. Es hat eben jede dieser Methoden für sich allein eine gewisse Unsicherheit. Am besten ist jedenfalls die Prüfung nach allen genannten Methoden, doch erweist sich leider auch dies nicht in allen Fällen als durchführbar.

Fehler der Analysen. — Es ist begreiflich, daß nicht alle Analysen als gleichwertig angesehen werden können. Es hat sich dies namentlich in älteren Zeiten, z. B. bei der Diskussion

der Plagioklasanalysen und Epidotanalysen, gezeigt, aus welcher hervorgegangen ist, daß die sorgfältigen Analysen von E. Ludwig gegenüber den fehlerhaften von A. Laspeyres und C. F. Rammelsberg allein imstande waren, die richtige Formel zu ergeben.

Indessen gibt es von den fraglichen Mineralien immerhin genügend gute Analysen, da in den letzten Jahrzehnten so viele gute Methoden ausgearbeitet worden sind, daß das individuelle Moment bereits eine geringe Rolle spielt. Daß man, wie G. Tschermak[1] mit Recht bemerkt, Schüleranalysen nicht als gleichwertig mit Analysen geübter Analytiker stellen kann, braucht nicht weiter ausgeführt werden. Ebenso ist es wohl allgemein anerkannt, daß, wie G. Tschermak ausführt, gerade bei Augit viele Kristalle durch Einschlüsse verunreinigt sind, daher den Analysen reiner Kristalle nicht gleichwertig sein können.

Nur ist die Ausscheidung von Analysen immer mit Schwierigkeiten verbunden, da ja nicht in allen Fällen über die Analysenmethode, über den Gang der Analyse und über die etwaigen Verunreinigungen Mitteilungen von verschiedenen Autoren gemacht wurden.

Auch können Analysen von demselben Fundort, auch wo exakte Analysen vorliegen, gewisse Unterschiede zeigen, da ja Einsprenglinge oft eine abweichende Zusammensetzung zeigen und als im Gestein befindliche auch an demselben Fundort sich gewisse Unterschiede in der Zusammensetzung zeigen können.

Eine Berechnung von Analysen, wofern es sich nicht um zwei oder drei oder mehr Komponenten von bekannter Formel handelt, sondern bei welchen nur die eine der Komponenten in reinem Zustande bekannt ist, bietet naturgemäß Schwierigkeiten, welche sich bei zunehmender Zahl der Komponenten vergrößert.

Eine Berechnung, welche bei zwei Komponenten, die bekannt sind, wie bei den Plagioklasen, mit größter Präzision durchgeführt werden kann, wird sogar bei drei bekannten Komponenten schon minder sicher sein. Ist aber unter solchen eine unbekannte, hypothetische Komponente, so kann immer nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gerechnet werden. Nimmt man weitere hypothetische Komponenten, so wächst die Unsicherheit mit der Anzahl derselben.

Überblickt man die Analysen und deren Berechnung bei vielen Silikaten, so kommt man im allgemeinen zu dem Resultate, daß verschiedene Forscher, von ganz entgegengesetzten Ansichten ausgehend, immer eine gewisse Anzahl von Analysen für ihre Ansicht anführen können und daß die Berechnungen dieser ihre Ansicht stützen. Ich verweise nur auf die verschiedenen Ansichten über Turmalin.

[1] G. Tschermak, dies. Centralbl. 1915. p. 225; 1916. p. 1.

Aber selbst wenn die Berechnung eine einfache ist, wie bei Chlorit, wo nach G. Tschermak nur zwei Komponenten zugegen sind (die allerdings wieder in vier zerfallen, da MgO durch FeO vertreten werden kann), lassen sich noch verschiedene Möglichkeiten aufstellen.

Einfacher liegt die Sache z. B. bei Granat, wo es sich um Substitutionen von CaO, MgO, FeO oder Al_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3 handelt, wo außerdem die Komponenten im reinen Zustande bekannt sind. Hier ist, wie bei den Plagioklasen, Epidoten und anderen einfachen Fällen, eine genaue Berechnung möglich.

Wo es sich aber um hypothetische Silikate handelt, muß bei Gegenwart einer größeren Zahl solcher starke Unsicherheit eintreten.

Was speziell die Pyroxene anbelangt, so hat neuerdings G. Tschermak ausgeführt, daß eine Anzahl von Analysen seiner Hypothese entspricht, wie schon oben erwähnt. Viele Berechnungen von Augitanalysen, wie die von P. Merian, O. Mann, Piccini, C. Doelter und vielen anderen ausgeführten, beziehen sich auf Untersuchungen, bei welchen die Analytiker diese unter Annahme der erweiterten Tschermak'schen Theorie durchführten. Durch diese Erweiterung konnte die Berechnung einwandfrei durchgeführt werden. Es gibt aber auch eine Anzahl von Analytikern, welche betonen, daß auch auf diese Art die Berechnung mit der Theorie nicht stimmt. Es scheint gerade bei alkalihaltigen Pyroxenen, welche G. Tschermak und H. E. Boeke in ihren letzten Ausführungen nicht berücksichtigt haben, die Schwierigkeit groß. So sah man sich veranlaßt, auch das weitere, vielleicht recht unsichere Silikat $Na_2Al_2SiO_6$ einzuführen, um die Berechnung vornehmen zu können.

F. Zambonini hat zuletzt eine große Anzahl von Pyroxenanalysen berechnet und kommt zu einem entgegengesetzten Resultate als diejenigen Forscher, welche, wie ich, die erweiterte Tschermak'sche Theorie angenommen hatten. Er verwirft auf Grund seiner Analysenberechnungen die alte ursprüngliche Theorie G. Tschermak's völlig, und stellt die oben p. 186 erwähnte Theorie auf.

Daraus ist wohl ersichtlich, daß die Berechnung derselben Analysen von verschiedenen Forschern sehr verschieden gedeutet werden kann. Die Berechnungsmethode allein kann daher heute nicht unbedingt als entscheidend gelten.

Die Darstellung der Analysen durch die Dreiecksprojektion hat große Vorteile, weil sie gestattet, den Zusammenhang der Bestandteile in den einzelnen Analysen zu überblicken, woraus sich Schlüsse auf die Mischbarkeit ergeben. Man wird daher diese Methode nicht entbehren können. Es sei aber bemerkt, daß ein Fehler derselben oder eine Schwäche darin besteht, daß in der Dreiecksprojektion nur drei Bestandteile in die Rechnung einbezogen

werden können und daß z. B. H. E. BOEKE[1] nur auf CaO, MgO und Al_2O_3 Rücksicht nimmt, daß dagegen FeO und Fe_2O_3 unberücksichtigt bleiben, während wieder F. ZAMBONINI CaO und MgO zusammenzieht. Es scheint aber bei manchen derartigen Gruppen, gerade bei Pyroxen und auch bei Chlorit, ein Zusammenhang zwischen dem Reichtum an Sesquioxyden und an Eisenoxydul zu bestehen, welcher bei Anwendung dieser Methode nicht ausgedrückt werden kann. So habe ich bei den genannten beiden Gruppen die Wahrnehmung gemacht, daß die sesquioxydreichen Chlorite und auch die Pyroxene viel Eisenoxydul enthalten. Dies dürfte, wenn man die statistische Methode in Anwendung bringt, nicht vernachlässigt werden.

Es sind gerade im Pyroxen die wichtigsten Bestandteile FeO und Fe_2O_3 nicht immer in Rechnung gebracht worden, was ich als einen Fehler betrachte.

Die synthetische Methode, d. h. Darstellung der aus der Analyse berechneten hypothetischen Komponenten, ist jedenfalls eine der besten. Gelingt es, die aus den Analysen nach der TSCHERMAK'schen Methode berechneten theoretischen Komponenten darzustellen, so wird ein Einwand gegen ihre Existenz wohl hinfällig sein. Würde z. B. das Silikat $MgAl_2SiO_6$ herstellbar sein, so wäre die früher erwähnte Berechnungsweise wohl als nahezu sichere zu bezeichnen. Leider ist dies in vielen Fällen nicht möglich. Es frägt sich nun, ob die Fehlversuche zur Darstellung derartiger Komponenten dazu berechtigen, diese Komponenten als überhaupt nicht existierende zu betrachten. Meiner Ansicht nach ist dies nicht gerechtfertigt, wie einige Beispiele zeigen.

An der Existenz des Silikates $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$, dem reinen Grossularsilikat, kann, wie aus den Analysen hervorgeht, nicht gezweifelt werden. Auch ist die Verbindung synthetisch von A. GORGEU dargestellt worden. Sie ist aber aus reinem Schmelzfluß nicht herstellbar, und gelang es G. A. RANKIN[2], welcher das System $CaO—Al_2O_3—SiO_2$ untersuchte, nicht, das betreffende Silikat herzustellen, weil dasselbe bei seinem Schmelzpunkte unstabil ist. Ebenso gelang es ihm nicht, den Gehlenit darzustellen, wohl aus demselben Grunde.

Dies zeigt, daß die Nichtherstellung aus dem Schmelzfluß keinen Beweis abgeben kann für die Nichtexistenz der betreffenden Verbindung.

Ferner zeigen die Synthesen, daß manche Silikate rein nicht herstellbar sind, wohl aber, wenn eine Beimengung oft nur in geringer Menge isomorpher Bestandteile vorliegt. Viel wichtiger als

[1] H. E. BOEKE, Zeitschr. f. Krist. **53**. 445 (1914) und dies. Centralbl. 1915. 422.

[2] G. A. RANKIN, Zeitschr. f. anorg. Chem. **92**. 213 (1915).

die Schlüsse aus negativen Resultaten ist die Erprobung in diesem speziellen Falle, ob es möglich ist, den sog. Bisilikaten von der Formel $RSiO_3$ die Sesquioxyde R_2O_3 in variablen Mengen beizumengen und daraus Pyroxene darzustellen.

Es würde sich also um die Frage handeln, ob Tonerde und Eisenoxyd in den Silikaten $CaSiO_3$, $MgSiO_3$ oder in dem als Doppelsalz betrachteten Diopsidsilikat $CaMgSi_2O_6$ löslich sind und bis zu welcher Grenze dies der Fall ist. Dasselbe Studium müßte auch mit $MgAl_2O_4$ angestellt werden, da, wie wir sahen, diese Verbindung von A. Knop und neuerdings von F. Zambonini angenommen wurde. Es ist auch möglich, daß die letztere Untersuchung von größerem Werte ist, da doch aus den letzten Berechnungen von G. Tschermak zu schließen ist, daß bei natronfreien im allgemeinen $Ca < Mg + Fe$ ist.

Die Versuche von E. Fixek und von Vera Schumoff-Deleano haben aber ergeben, daß das Diopsidsilikat imstande ist, bis ca. 15 % Al_2O_3 oder auch Fe_2O_3 zu lösen.

Das Studium der Schmelzkurven ist dagegen nicht von Belang; allerdings müßte der Theorie nach jede Verbindung auf der Schmelzkurve ersichtlich sein. Die nähere Betrachtung der bisher untersuchten Schmelzdiagramme von zwei und auch von drei Komponenten zeigt aber, daß manche Verbindungen in dem Schmelzdiagramm nicht erscheinen, und zwar aus dem früher angeführten Grunde, weil sie instabil sind. So erscheint der Akermanit nicht in dem Schmelzdiagramm $CaO—SiO_2$, welches von L. Day[1] und Mitarbeitern untersucht wurde. Auch die Verbindung Ca_2SiO_4 zerfällt.

Man kann daher aus der Nichtbemerkbarkeit einer Verbindung in der Schmelzkurve daraus nicht den Schluß ziehen, daß diese überhaupt nicht existenzfähig sei.

Zusammenfassung.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Hypothese G. Tschermak's bei sehr vielen Analysen zutrifft. Doch ist dies auch bei der mir weniger wahrscheinlichen Hypothese von F. Zambonini der Fall. Selbstverständlich müssen auch die Analysen mit der Hypothese von C. F. Rammelsberg, bezw. H. E. Boeke, auflösbar sein, weil sich ja die Tschermak'schen Silikate in $RSiO_3 + R_2O_3$ auflösen lassen.

Daraus möchte ich schließen, daß ein Beweis für die eine oder andere Hypothese sich auf dem Wege der Rechnung nicht mit Sicherheit erbringen läßt und daß es sich nur um einen größeren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit handeln kann.

[1] L. Day und Mitarbeiter, Tschermak's Min. Mitt. 26. (1906.)

Ich halte es daher nicht für berechtigt, wenn sowohl H. E. Boeke als auch F. Zambonini aus ihren Berechnungen und statistischen Aufstellungen den Schluß ziehen, daß die Tschermak'sche Theorie erledigt sei. Tatsächlich sind Hunderte von Analysen nach der von mir erweiterten Theorie berechnet worden. Allerdings gilt dafür das oben Gesagte.

Andererseits läßt sich wegen der vorhin angeführten Gründe auch kein wirklicher Beweis für diese Theorie erbringen, weil die betreffenden Silikate nicht hergestellt werden konnten.

Da einerseits die Mischbarkeit von $MgSiO_3$ mit $CaMgSi_2O_6$ von E. T. Allen und P. White erwiesen war und andererseits die auf meine Initiative angestellten Versuche von E. Fixek und dann namentlich von V. Schumoff-Deleano den Beweis erbracht haben, daß das Diopsidsilikat imstande ist, bis ca. 15 % Tonerde zu binden, so ist auch die zweite Anschauung, wonach R_2O_3 sich in fester Lösung befindet, möglich.

Beobachtungen über die Kristallisationsgeschwindigkeit in unterkühlten reinen Schmelzen.

Von **R. Nacken** in Tübingen.

Mit 6 Textfiguren.

Durch direkte Messung der Temperatur eines in seiner reinen unterkühlten Schmelze wachsenden Kristallpolyeders konnte ich[1] zeigen, daß im Innern des Kristalls und damit auch auf den ihn allseitig umgebenden, wachsenden Flächen die Temperatur des Schmelzpunkts nicht erreicht wird. Hierzu dienten 1—2 cm im Querschnitt messende Kristalle, in deren Mitte die Lötstelle eines Thermoelementes angebracht war. Sie wurden in die unterkühlten Schmelzen eingetaucht und sich selbst überlassen. Würde bei dieser Anordnung auf den Flächen, die den schwebend wachsenden Kristall allseitig umgeben, Schmelztemperatur geherrscht haben, so hätte sich diese auch im Innern einstellen müssen, zumal die Drähte des Thermoelements dünn waren und die Kristalle beträchtlich. Es stellte sich dagegen eine niedrigerere Temperatur ein, die mit verstärkter Unterkühlung sank, woraus geschlossen werden konnte, daß die wachsenden Flächen Schmelztemperatur nicht besaßen.

[1] R. Nacken, N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. II. 133 f.

In der Art der Versuche lag es, daß die dabei in Frage kommenden Temperaturgefälle zwischen den Flächen und dem Thermostatenbade, in dem sich die unterkühlten Schmelzen befanden, nicht erhebliche waren: etwa 0,5° für 1 cm. Diese Beobachtungen führten daher weiter zu der Folgerung, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit, die man als sog. lineare Kristallisationsgeschwindigkeit durch Messen der Verschiebungsgeschwindigkeit der Grenzfläche zwischen kristalliner und amorpher Phase an einem in einer dünnwandigen Kapillare befindlichen Schmelzfaden erhält, in der Tat von der Unterkühlung so abhängig ist, wie es die Messung ergibt: die Kristallisationsgeschwindigkeit wächst mit sinkender Temperatur, d. h. mit steigender Unterkühlung.

Bei dieser Methode, die besonders von G. Tammann, dessen Schülern und anderen [1] ausgebildet wurde, beträgt die Entfernung zwischen der wachsenden Fläche und der Badflüssigkeit nur etwa 1 mm, so daß also das Temperaturgefälle mindestens 10 mal größer ist als bei meinen Versuchen. Es ist daher die Annahme nicht berechtigt, daß der Anstieg der K.-G. mit sinkender Temperatur nur ein scheinbarer sei, bedingt durch die in der Nähe der Schmelztemperatur herrschende unvollkommene Wärmeabfuhr, wodurch eine Wärmestauung und damit eine Verringerung der K.-G. eintrete, die schon hier ihren maximalen Wert erreichen könnte, falls die in jedem Momente produzierte Kristallisationswärme weggeführt werde.

In der Nähe der Schmelztemperatur ist aber diese Methode an sich schon unbrauchbar, da in den Röhrchen Verhältnisse herrschen, die sich der Beobachtung entziehen. In einem Gebiete A in unmittelbarer Nähe der Schmelztemperatur, auch noch im Gebiete B bei niedrigereren Temperaturen wird von dem kristallisierenden Stoff der Raum des Röhrchens nicht vollständig ausgefüllt, vielmehr wachsen durch die Schmelze Kristallfäden, deren Verlauf ein mehr oder weniger willkürlicher ist. Das wird am besten veranschaulicht durch eine von G. Tammann [2] mitgeteilte Figur, die in Fig. 1 wiedergegeben ist. Fig. 1 a zeigt, wie sich im mittleren Teil des Gebietes B, und Fig. 1 b, wie sich im Anfang des Gebietes C die Kristallfäden zu den Rohrwandungen stellen. Gebiet C entspricht den Unterkühlungsgraden, bei denen die K.-G. von der Temperatur praktisch unabhängig ist. Hier herrscht eine maximale K.-G. Die Fäden wachsen im Rohrlumen an allen Stellen gleich schnell und so entsteht eine gleichartige, genauer bestimmbare Grenzfläche. Anders liegen die Verhältnisse in den Gebieten A und B. Schon Fig. 1 a zeigt, daß im Innern des Rohres nicht so viele Kristallfäden wachsen, wie an den Wandungen; in erhöhtem

[1] Vergl. die Literatur bei R. Nacken, a. a. O. p. 133.

[2] G. Tammann, Kristallisieren und Schmelzen. Leipzig 1903. p. 134.

Maße ist das der Fall bei Versuchen unmittelbar unterhalb der Schmelztemperatur im Gebiet A, wo außerdem der Einfluß von Verunreinigungen ein erheblicher ist. —

Im weiteren Verfolg meiner Beobachtungen habe ich versucht, einen Einblick in die in diesen Gebieten sich abspielenden Kristallisationsvorgänge zu bekommen. Hierzu wurden Messungen der K.-G. ausgeführt, bei denen sich das Präparat zwischen zwei Deckgläschen eingeschlossen befand. Um die Temperatur konstant erhalten zu können, wurde es in die Mitte einer kleinen Wasserkammer eingeschlossen. Durch diese mit Glasfenstern versehene Küvette wurde

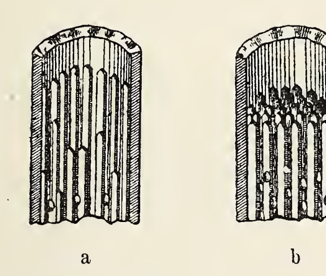


Fig. 1. Bildung von Kristallfäden bei der Kristallisation von Schmelzen innerhalb dünnwandiger Kapillaren. Nach G. Tammann.

mit einer Flüssigkeitspumpe ein Wasserstrom geschickt, der in einer Minute etwa drei Liter Wasser lieferte. Die Temperatur im Innern wurde durch einen Anschützthermometer kontrolliert, wobei sich zeigte, daß bei dieser Strömungsgeschwindigkeit ein Unterschied zwischen den Temperaturen des Wassers in der Küvette und des Thermostaten nicht bestand. Da im Thermostaten die Temperaturschwankungen nicht mehr als $0{,}01^0$ betrugen, so konnten sie auch in der Kammer nicht mehr ausmachen.

Die Küvette war auf einem Mikroskoptisch befestigt, dessen Kreuzschlittentisch jede Verschiebung gestattete. Die Verschiebungsgeschwindigkeiten von Flächen oder Kanten wurde mit einem Okularmikrometer bestimmt, bei dem ein Teilstrich 0,017 mm entsprach. Durch Winkelmessung konnte die kristallographische Natur der wachsenden Fläche oder der sich verschiebenden Kante ermittelt werden.

Als ein für die Versuche geeigneter Stoff erwies sich das schon früher studierte Salol ($C_6H_5—CO_2—C_6H_4OH$), das nach R. Anschütz[1] ohne Zersetzung weit über seinen Schmelzpunkt erhitzt werden kann. Sein niedriger Schmelzpunkt, sowie kleine K.-G.

[1] R. Anschütz, Liebig's Ann. d. Chem. **273**. 82. 1892.

und geringes spontanes Kristallisationsvermögen sind weiterhin von Vorteil.

Nach G. Wyrouboff[1] und L. Milch[2] kristallisiert Salol rhombisch bipyramidal in den Formen der Fig. 2 mit a {001}, b {010}, o {111}, p {212}, m {110}. Als Achsenverhältnis ergab sich a : b : c = 0,9684 : 1 : 0,6971.

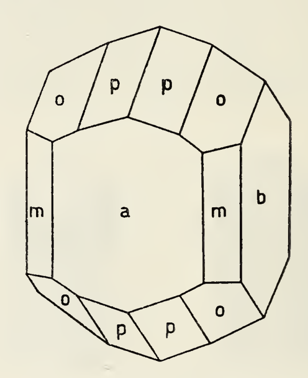


Fig. 2. Salol ($C_6H_5—CO_2—C_6H_4OH$).

Die Zahlenwerte einiger Winkel, die für die Orientierung unter dem Mikroskop in Betracht kommen, sind folgende: die inneren Flächenwinkel p/p mit 148° 32′, o/o mit 121° 18′, die Winkel zwischen den Kanten von p in der Achsenebene ac mit 108° 30′ bei c, bezw. 71° 30′ über a. Die Flächen m bilden einen rhombischen Querschnitt mit den Winkeln 88° 10′ an der b-Achse, mit 91° 50′ an der a-Achse.

a) Bestimmung der Schmelztemperatur.

Die Herstellung des reinen Materials mußte mit großer Sorgfalt ausgeführt werden, da der Einfluß von Verunreinigungen, besonders in der Nähe vom Schmelzpunkt, erheblich ist. Zunächst wurde aus Alkohol eine größere Menge umkristallisiert und im Exsikkator längere Zeit getrocknet. Das Produkt wurde geschmolzen und einige Stunden bei 70—80° erhalten, damit leichter flüchtige Bestandteile verdunsten konnten. Schließlich wurde die Schmelze durch fraktionierte Kristallisation in dem von mir[3] früher beschriebenen Apparat gereinigt, indem mehrere einzelne große Kristalle langsam gezüchtet wurden, die wieder aufgeschmolzen zur

[1] G. Wyrouboff, Bull. soc. min. France. **12**. 444. 1889.
[2] L. Milch bei R. Anschütz, a. a. O.
[3] R. Nacken, N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. II. 146.

Herstellung des Materials dienten, aus dem die Präparate selbst gewonnen wurden. Es war das ein klarer Kristall, von dem ein Bruchstück zwischen zwei Deckgläsern geschmólzen wurde. Die zwischen den Deckgläsern befindliche, etwa 0,1 mm dicke Schmelzschicht wurde, nachdem die Kristallisation eingeleitet war, durch Eintauchen der Gläschen in flüssigen Siegellack allseitig abgeschlossen. Auf diese Weise gelang es, Präparate herzustellen, die bis zum Schmelzpunkt Schmelzerscheinungen nicht zeigten. Bei der Kristallisation treten meist kleine Bläschen auf, die beim Schmelzen wieder verschwinden. Es konnte nicht entschieden werden, ob es durch Kontraktion bedingte Hohlräume waren, oder ob die Substanz im flüssigen Zustand Gase zu absorbieren vermag, die bei dem Übergang in den kristallisierten Zustand wieder frei werden.

Die Bestimmung der Übergangstemperatur läßt sich bei diesem Stoff mit kleiner K.-G. am sichersten bei steigender Temperatur ermitteln. Hierzu wurde das Wasserbad auf etwa 40^0 erhitzt und der Wasserstrom durch die Kammer geleitet. Das Präparat zeigt noch keine Anzeichen des Schmelzens. Nun erwärmt man den Wasserstrom, der zu diesem Zweck durch ein vor der Kammer eingeschaltetes Messingrohr läuft, so weit, bis die zwischen den Deckgläsern befindliche Substanz bis auf wenige Bruchstücke aufgelöst ist. Es bleiben hierbei zunächst unregelmäßig gestaltete Fragmente übrig, die aber im Wasserstrom von 40^0 schnell zu scharf begrenzten einzelnen Individuen ausheilen, wie sie in Fig. 3 zu erkennen sind. Am stärksten ist Pinakoid b $\{010\}$ entwickelt, das sich parallel zu den Deckgläsern stellt. Die Flächen des Pinakoids a $\{100\}$ sind, wenn die Kristalle vor dem Aufschmelzen groß waren, stark entwickelt. Die Messung des Winkels zwischen n n ergibt $108\frac{1}{2}^0$, es können diese Gebilde daher entweder einem Prisma n $\{101\}$ angehören, oder sie sind, was wahrscheinlicher ist, die Spur der Kanten zwischen den Flächen p oder o. Der innere Flächenwinkel ist bei p nicht sehr von zwei Rechten verschieden; auch die Neigung von zwei o-Flächen zueinander ist unter dem Mikroskop schwer zu erkennen. Da nun an schwebend im Schmelzfluß gebildeten Kristallen stets ausgeprägt die Flächen der Pyramide p vorkommen, so ist wohl die Annahme dieser Flächenart auch hier berechtigt.

Diese Ausbildungsweise der unter den Deckgläsern entstandenen Kristalle tritt fast stets in die Erscheinung. Es hängt das damit zusammen, daß die K.-G. in Richtung der b-Achse einen kleinsten Wert besitzt. Daher bilden sich bei geringer Unterkühlung Kristallblättchen mit ausgedehnter Fläche (010). Häufig liegen die Blättchen zu den Deckgläsern geneigt, es entstehen dann keilförmige Partien, die sich durch die im polarisierten Licht auftretenden Interferenzstreifen kenntlich machen. Die Berührung mit einem zweiten

Kristall bewirkt häufig eine Geradrichtung und dann tritt eine plötzliche Ausheilung ein.

Wird der in Fig. 3 abgebildete Kristall langsam erwärmt, so verändert er sich praktisch nicht, erst bei 41,75° erfolgt in Richtung der c-Achse Abrundung, die sich schnell vergrößert. Ab-

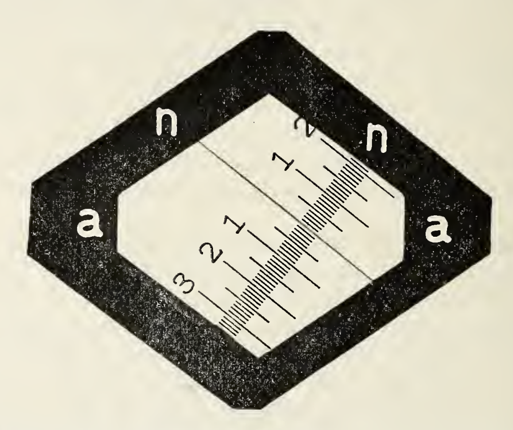


Fig. 3. Salolkristall zwischen Deckgläsern. a {100}; n Kante von {010} mit {212}; {010} parallel zur Zeichenebene. Gekreuzte Nicols.

rundung tritt auch an den Ecken zwischen a und den Kanten n auf, während sich diese selbst, a und n, parallel mit sich selbst nach der Mitte zu verschieben.

Dieser Vorgang tritt sehr scharf auf, so daß zwischen einzelnen Beobachtungen, wenn die Erwärmungsgeschwindigkeit etwa 0,1° in 5 Minuten beträgt, Temperaturabweichungen nicht beobachtet werden konnten.

Bei der Abkühlung ist die Reaktion ebenfalls recht scharf, wenn auch die Temperatur, bei der die Kristallisation merklich wird, etwas niedrigerer liegt, als dem Schmelzbeginn entspricht. Bei 41,7° ist aber schon ein kräftiges Wachsen des Kristalls an den gerundeten Ecken und Kanten zu konstatieren. Es bilden sich besonders senkrecht zur c-Achse kleine Flächen aus, die schnell weiterwachsen, und da die benachbarten Flächen praktisch nicht wachsen, schnell verschwinden.

Ein Einfluß der Glasflächen auf die Höhe der Schmelztemperatur konnte nicht beobachtet werden. Ein größeres Kristallbruchstück schmolz, eingeschlossen in ein Glasrohr, unter den gleichen Bedingungen im Thermostatenbade etwas über 41,7° und war bei 41,8° völlig flüssig geworden. Umgekehrt zeigte sich bei der Abkühlung bei 41,7° Flächenbildung.

Eine andere Erscheinung, die zur Bestimmung des Übergangspunktes sehr geeignet war, war das Auftreten von Schmelzfiguren. Bei den Schmelzerscheinungen des Albits konnte ich[1] früher den gleichen Vorgang beobachten. An willkürlichen Stellen treten im Präparat Flecken auf, die sich durch die geänderte Interferenzfarbe verraten und die schließlich, wie es Fig. 4 zeigt[2], zu Löchern werden, die sich bei langsam steigender Temperatur sofort mit ebenen Flächen bedecken, bei sinkender krumme Flächen als Begrenzung erhalten, die sich durch eine große Wachstumsgeschwindigkeit auszeichnen, so daß sich die Öffnungen bei der geringsten Unterkühlung schließen. Ihr Entstehen möchte ich auch hier wieder zurückführen auf geringe Verunreinigungen, die den Schmelzprozeß an einigen Stellen schon früher einleiten. Eine bestimmte Gesetzmäßigkeit, ähnlich wie bei Kristallisationszentren, konnte nicht beobachtet werden. Da diesen Gebilden eine große Veränderlichkeit mit der Temperatur zukommt, so ist ihre Beobachtung zur scharfen Bestimmung der Schmelztemperatur besonders geeignet.

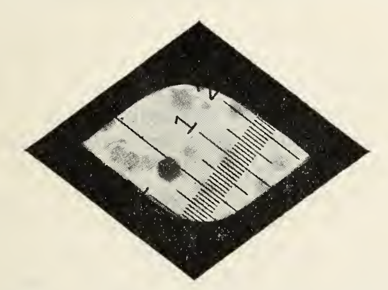


Fig. 4. Schmelzfigur auf {010}; Salol.

b) Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit einiger Flächenarten von der Unterkühlung.

Eine Erscheinung, die bei den eben beschriebenen Versuchen vor allem ins Auge fällt, ist der kräftige Unterschied im Wachsen der verschiedenen Flächenarten; während einige ein Fortschreiten praktisch nicht erkennen lassen, besitzen andere bedeutende Geschwindigkeiten. Die Möglichkeit, nach der oben beschriebenen Methode einzelne Kristalle herstellen zu können, deren Orientierung leicht zu ermitteln ist, legt es nahe, genauere Messungen über die Geschwindigkeiten einzelner Flächenarten auszuführen, die bisher noch nicht angestellt worden sind.

---

[1] R. Nacken, dies. Centralbl. 1913. 328.

[2] In der Wiedergabe sind diese Flecken nur undeutlich zu erkennen.

Bei der Ausführung wurde durch langsame Kristallisation zwischen den Deckgläsern ein möglichst großes Individuum hergestellt. Hierdurch wurden etwa vorhandene Verunreinigungen zur Seite gedrängt, so daß sich nach dem Aufschmelzen an der Stelle des Kristalls reine Schmelze befand. Die Messungen erfolgten dann so, daß der Wasserstrom auf der Beobachtungstemperatur konstant erhalten wurde und nach dem teilweisen Aufschmelzen die Verschiebungsgeschwindigkeiten der Flächen oder Kanten mit einem Mikrometer bestimmt wurden.

Unmittelbar unterhalb der Schmelztemperatur zeigt ein Kristallfragment, das in Richtung der c-Achse und der a-Achse Abrundungen besitzt, deutlich Ausheilen der runden Flächen; es entstehen scharfkantige Gebilde mit den Flächen c $\{001\}$ und a $\{100\}$. In Richtung der c-Achse ist die Geschwindigkeit bei $41,5^0$ schon so erheblich, daß sie an der rasch verschwindenden, meist kleinen Fläche nur schwer zu etwa 100 Teilstrichen in der Minute ermittelt werden konnte. Da 1 Teilstrich 0,017 mm beträgt, sind das etwa 1,5 mm in 1 Minute. Die Fläche a zeigt hierbei keine Verschiebung, auch innerhalb einer Stunde nicht. In noch höherem Grade gilt das für das Fortschreiten der Kanten n. Dies Geschwindigkeitsverhältnis bleibt bestehen bei erhöhter Unterkühlung. In Richtung der c-Achse bekommt z. B. bei $40,8^0$ die Verschiebungsgeschwindigkeit einen solch großen Wert, daß sie unter den vorliegenden Bedingungen nicht mehr ermittelt werden konnte, sie übersteigt jedenfalls 100 Teilstriche, d. h. ca. 2 mm in 1 Minute. Auch die Fläche a $\{100\}$ zeigt hier schon merkbare Geschwindigkeit, etwa 0,3 Teilstriche in 1 Minute. So kommt es, daß nach einiger Zeit beide Flächen an dem Kristall verschwunden sind und nur noch als Begrenzungsflächen neben dem Pinakoid b die der Bipyramide p (vielleicht o?) übrig sind. Erst langdauernde Versuche zeigen, daß auch diese Kanten sich verschieben; etwa 0,1 Teilstrich wird in 3 Stunden überschritten, das sind nur 0,0017 mm.

Diese starken Größenunterschiede bedingen das eigentümliche Verhalten der Kristallfragmente beim Wachsen. Sind noch abgerundete Kanten oder die Flächen a und c vorhanden, so sieht man in der unterkühlten Schmelze lebhafte Kristallisation, die im Momente, da diese Partien verschwunden sind, aufhört. Besonders auffällig wird dies, wenn ein großer einheitlicher Kristall aufgelöst wurde und nachher an dessen Stelle ein kleinerer entsteht, der trotz der bestehenden Unterkühlung scheinbar nicht weiterwächst, da erst nach langer Zeit die Größe des ersten Kristalls erreicht wird. Man hat den Eindruck, als würde die Kristallisation ruckweise unterbrochen. Die Annahme, daß die Kristallisation durch freiwerdende Wärme gehemmt würde, läßt sich hier in keiner Weise machen. Müßten dann doch gerade die schnellwachsenden

Flächen Störungen erleiden. Nach dem oben Gesagten muß man aber hier, bei den Versuchen zwischen Deckgläsern, annehmen, daß die Temperatur der wachsenden Grenzflächen nicht wesentlich von der des Bades abweicht.

Welchen Einfluß Kapillarkräfte, durch die Glasflächen bedingt, besitzen, entzieht sich der Beurteilung, auch ob er für alle Flächenarten gleich ist. Wenn sie auftreten, so dürften sie in der Nähe des Schmelzpunktes ihre größte Bedeutung haben, bei stärkeren Unterkühlungen stimmen die zwischen Deckgläsern ermittelten Werte mit denen in Röhrchen bestimmten überein.

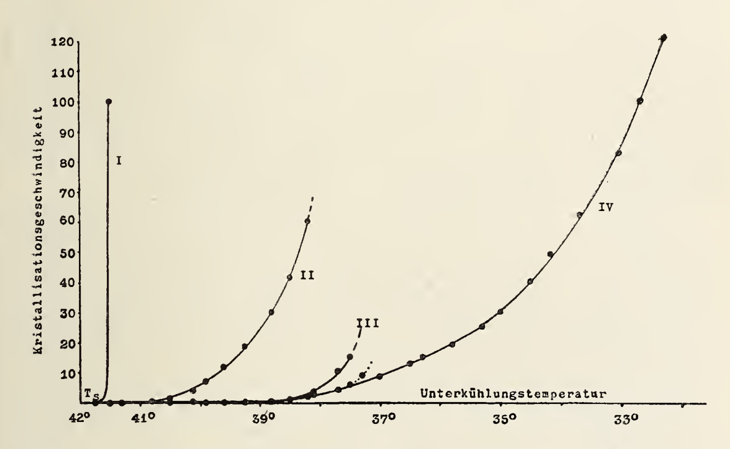


Fig. 5. Abhängigkeit der Kristallisationsgeschwindigkeit (in Teilstrichen = 0,017 mm/min) von der Unterkühlungstemperatur für verschiedene Flächenarten eines Salolkristalls.

Kurve I für c {001}; Kurve II für a {100}; Kurve III für ? {101}; Kurve IV für die Kante der Flächen p {212} und b {010}.
T_s Schmelztemperatur von Salol 41,75° C.

Verfolgt man das Verhalten der verschiedenen Flächenarten bei stärkeren Unterkühlungen, so erhält man Zahlen, die, wie es Fig. 5 zeigt, ausgezeichnet durch Kurven darstellbar sind. Die Zahlenwerte selbst sind gut reproduzierbar, wenn nur die gleichen Temperaturen eingehalten werden. Verschiedene Präparate zeigen sich ganz übereinstimmend, was besonders bemerkenswert ist, da doch erhebliche Vergrößerungen angewandt wurden.

Bei allen der Untersuchung zugänglichen Flächen oder Kanten zeigte sich ein kräftiger Anstieg der K.-G. mit der Unterkühlung. Die entsprechenden Werte sind in der Tabelle mitgeteilt. —

Bei 41^0 ist die Geschwindigkeit der Fläche c so erheblich, daß sie fast unmittelbar nach dem Aufschmelzen wieder verschwindet. Die Abhängigkeit der K.-G. von c ist durch Kurve I dargestellt.

In ähnlicher Weise schnell steigt die Geschwindigkeit für die Fläche a mit sinkender Temperatur an. Oberhalb 41^0 ist ihre Verschiebung noch langsam, so daß eine Kombination mit a lange Zeit bestehen kann. Unter dieser Temperatur wird sie aber bald bemerklich, und bei 40^0 wird schon die Geschwindigkeit von ca. 5 Teilstrichen in der Minute erreicht. Die Fläche a bleibt infolge ihrer größeren Ausdehnung länger bestehen als c, so daß ihre Verschiebung gut zu messen ist. Mit steigender Unterkühlung erfolgt aber dann bald ein rasches Anwachsen. Bei $38{,}2^0$ beträgt die Geschwindigkeit schon 60 Teilstriche, bei 38^0 etwa 85, um bei noch stärkeren Unterkühlungen Werte anzunehmen, die nicht mehr bestimmbar waren. Ihre Verschiebungsgeschwindigkeit beträgt dann also schon ca. 2 mm in der Minute. Die Kurve II zeigt die Änderung der Geschwindigkeit mit der Temperatur.

Erst von 39^0 ab beginnt die Verschiebung von n bemerklich zu werden. Wie schon oben erwähnt, läßt sich unter dem Mikroskop nicht mit Sicherheit entscheiden, welche Flächenart hier beobachtet wird. Einige Erscheinungen deuten darauf hin, daß mitunter verschiedene Flächen die Grenze bilden und sich gegenseitig ablösen. Man beobachtet nämlich besonders bei kleinen Unterkühlungen mehrere Geschwindigkeiten, von denen die eine fast doppelt so groß ist wie die andere. Die größere zeigt sich dann, wenn die Begrenzung scharf ist und deutlich gerade. Vielleicht ist es die Fläche $\{101\}$, die hier vorübergehend auftritt. So wurden bei $37{,}5^0$ anfänglich 15 Teilstriche in 1 Minute durchlaufen, während die spätere Messung am gleichen Kristall nur 6 Teile ergab. Auch bei höheren Temperaturen läßt sich dieser Unterschied beobachten (Kurve III).

Bei tieferen Temperaturen findet man diese Unterschiede nicht mehr. Die schneller wachsende Fläche verschwindet zu rasch, um Störungen zu verursachen, so daß man nur eine einheitliche K.-G. erhält. Kurve IV gibt eine Anschauung, wie die Kante der Flächen p sich verschiebt. Liegt hier wirklich die Fläche p $\{212\}$ vor, so findet man die Normalengeschwindigkeit dieser Fläche, indem man die Werte mit cos $15^0\ 44'$ multipliziert, sollte o $\{111\}$ die entsprechende Fläche sein, so wäre mit cos $29^0\ 30'$ zu multiplizieren (vgl. die Tabelle).

Der Anstieg der K.-G. ist hier etwas langsamer als wie bei den übrigen Flächen, aber trotzdem ein schneller; die Kurve IV zeigt den charakteristischen Verlauf mit sinkender Temperatur. Jedenfalls sind diese Pyramidenflächen auch die Begrenzungsflächen bei der Kristallisation in Röhrchen. Somit läßt sich ein Vergleich

Unter-kühlungs-temperatur	I	II	III	IV	V	VI
41,5°	ca. 100	< 0,1	—	—	—	—
41,3	> 120	< 0,1	—	—	—	—
40,8	—	0,3	—	—	—	—
40,5	—	1,5	—	—	—	—
40,1	—	4	—	—	—	—
39,9	—	7	—	—	—	—
39,6	—	12	—	—	—	—
39,25	—	18,5	ca. 0,1	ca. 0,1	—	—
38,8	—	30	1?	1	0,96	0,87
38,5	—	41,5	1?	1	0,96	0,87
38,2	—	60	?	2	1,9	1,74
38,1	—	> 70	4	3	2,8	2,61
37,7	—	—	11	4	3,8	3,48
37,5	—	—	15	6	5,7	5,22
37,3	—	—	—	9?	—	—
37,0	—	—	—	9	8,6	7,83
36,5	—	—	—	13	12,50	11,31
36,3	—	—	—	15	14,25	13,05
35,8	—	—	—	19	18,27	16,53
35,3	—	—	—	25	24,0	21,75
35,0	—	—	—	30	28,8	26,1
34,5	—	—	—	40	38,5	34,8
34,2	—	—	—	49	47,1	42,6
33,7	—	—	—	62	59,6	53,9
33,05	—	—	—	82	78,8	71,3
32,7	—	—	—	99	95,1	86,1
32,3	—	—	—	120	115,4	104,4

Bemerkungen zur Tabelle: Die K.-G. ist in Teilstrichen (= 0,017 mm) pro Minute angegeben: I für die Flächen c {001}; II für a {100}; III für ? {101}; IV für die Kante von {212} und {010}; V enthält die Werte von IV mit cos 15° 44′ multipliziert entsprechend einer Fläche p {212}; VI dasselbe mit cos 29° 30′ multipliziert entsprechend einer Fläche o {111}.

anstellen mit den Beobachtungen anderer. H. A. Wilson[1] erhielt bei seinen Versuchen in Röhrchen von 0,2 cm Durchmesser bei 34,3° 1,10 mm/min, bei 33° 1,62 mm/min als Geschwindigkeit. Aus meiner Kurve interpoliert sich für 43,3° allerdings weniger, etwa 0,74 mm/min, dagegen für 33° 1,53 mm/min, ein Wert, der dem von Wilson bestimmten nahekommt. Berücksichtigt man, daß in den Röhrchen, wie es oben auseinandergesetzt wurde, wenig übersichtliche Verhältnisse herrschen, so ist die Übereinstimmung recht befriedigend.

---

[1] H. A. Wilson, Phil. Mag. 5. Ser. **50**. 242. 1900.

Die Versuche unter dem Mikroskop lassen nun auch noch erkennen, daß bei verstärkten Unterkühlungen die Erscheinungen immer weniger klare werden. Schon von 39° ab und häufig bei niedrigeren Temperaturen treten, besonders wenn das Präparat längere Zeit sich selbst überlassen war, scheinbare Geschwindigkeitsänderungen auf. Die Kristalle bleiben nicht mehr einfach bei längerem Wachsen. Es bilden sich neue Kerne, aus denen dann mit beträchtlicher Geschwindigkeit Kristalle entstehen, da zunächst Flächen mit schnellem Wachstum sie begrenzen. Erst später, wenn nur noch die langsam wachsenden Flächen übrig sind, tritt die der Kurve IV entsprechende Geschwindigkeit auf. Da nun diese Erscheinung sich häufig wiederholt, so erhält man den Eindruck einer rhythmisch sich verändernden K.-G. In Fig. 6 ist ein Vor-

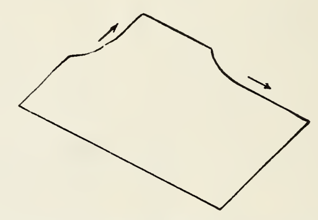


Fig. 6. Beschleunigung der Kristallisation durch Entstehung von krummen Flächen mit großer Wachstumsgeschwindigkeit.

gang gekennzeichnet, der sehr häufig auftritt. An einer Ecke des Kristalls bildet sich eine konkave Fläche aus, die mit einer Geschwindigkeit von mehr als 100 Teilstrichen in der Minute in der Pfeilrichtung sich verschiebt. Hierdurch wird mit einer ganz anderen Schnelligkeit eine scheinbare Normalenverschiebung von n bewirkt, als wenn die Kristallisation ungestört erfolgte. Je stärker die Unterkühlungen sind, um so häufiger treten diese Erscheinungen auf. Schließlich führt die spontane Kernbildung zu einer überhasteten Kristallisation. Eine ruhige gesetzmäßige Anlagerung der Substanz an die vorhandenen Kristalle findet nicht mehr statt und damit wird die Messung nicht mehr möglich. Die Messungen ließen sich bis ca. 32° ausdehnen; bei 32,3° herrscht eine Geschwindigkeit von 120 Teilstrichen, das sind 2 mm in 1 Minute. —

Es besteht bei der oben beschriebenen Versuchsanordnung wohl kein Zweifel, daß der zwischen den Deckgläsern wachsende Kristall in allen seinen Teilen, also auch seine sich verschiebende Fläche, die Temperatur des umgebenden Bades praktisch besitzen wird. *Somit bestätigen diese Versuche für Salol die schon früher ausgesprochene Ansicht, daß die K.-G. mit wachsender Unterkühlung ansteigt und daß dieser*

Anstieg kein scheinbarer ist, bedingt durch mangelhafte Wärmewegfuhr. Welchen Einfluß die von den Flächen der Gläser ausgeübten Kapillarkräfte besitzen, läßt sich zunächst nicht angeben, da eine andere Methode zur Beobachtung nicht existiert; doch wird er wohl bestehen, da er sich ja bei Versuchen mit fließenden Kristallen deutlich zeigt. Im Gegensatz zu früheren Versuchen[1], bei denen die Wärmeentziehung bei den wachsenden Kristallen nur durch die kristalline Phase hindurch erfolgte und die Schmelze stets auf Schmelztemperatur erhalten wurde, müssen sich hier unmittelbar unter der Schmelztemperatur Kristallflächen ausbilden, da sich beide Phasen in unterkühltem Zustand befinden und außerdem hier das Temperaturgefälle viel größer ist. Es konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob Kristalle, wie sie Fig. 4 zeigt, ganz in der Nähe des Schmelzpunktes an den gerundeten Stellen in Richtung der c-Achse weiterwachsen unter Beibehaltung der runden Konturen, wenn auch Andeutungen dafür vorhanden zu sein schienen.

Tübingen, Mineral.-petrograph. Institut der Universität.

Über Dinosaurier.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Der Zweck der folgenden Zeilen ist, einige an verschiedenen Dinosauriern gemachte Beobachtungen in Zusammenhang zu bringen und teilweise auch von einer neuen Seite zu beleuchten.

Dem durch die Militärpflicht des Verfassers bedingten vorläufigen Charakter dieser Notizen entsprechend soll hier sowohl ein historisches Resumé der einzelnen zu erörternden Punkte, als auch eine Übersicht der Erklärungsversuche, die sich an manches knüpften, entfallen. Durch die äußeren Umstände ist auch die stilistische Kürze einiger Teile dieser Notizen bedingt worden, denn es ist ja selbstverständlich, daß vieles nur mit einem Worte angedeutet werden konnte; namentlich gilt dies für den ersten Teil.

Die einzelnen im folgenden zur Besprechung gelangenden Punkte betreffen erstens die Systematik der Dinosaurier, wobei verschiedene von mir an den Originalstücken der einzelnen Genera

[1] R. Nacken, N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. II. 145.

gemachte Beobachtungen miteingeflochten werden, zweitens den Riesenwuchs der Dinosaurier, drittens die Natur der vielbesprochenen Pubis der Orthopoden.

1. Notizen über die Systematik der Dinosaurier.

Über die Systematik der Dinosaurier im allgemeinen und im besonderen gehen die Ansichten noch immer auseinander. Seit Baur in 1895 zum ersten Male die Existenzberechtigung des Ausdruckes Dinosaurier in Zweifel gezogen hat, sind diesbezügliche Ansichten zu wiederholten Malen geäußert worden. Das Verdienst, erkannt zu haben, daß alle bis dahin als Dinosaurier beschriebenen Tiere in zwei Hauptgruppen zerfallen, die sich durch den Bau ihres Beckens unterscheiden, gebührt Seeley. Marsh' Dreiteilung hat sich, zumal nach Huene's Nachweis, daß die Sauropoden nur einen Teil der Saurischia bilden, als unhaltbar erwiesen. Jaekel's neue Namen für die beiden Ordnungen der Dinosaurier lehne ich ab und glaube bei den Namen Saurischia und Orthopoda bleiben zu müssen. Neuester Zeit hat sich auf Grund der Seeley'schen Einteilung die Tendenz entwickelt (8)[1], auf den Begriff Dinosaurier überhaupt zu verzichten. Ein völliges Fallenlassen des Namens Dinosaurier scheint mir nicht angezeigt. Wie Huene (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVII. p. 585) ganz richtig betont, zeigen die konservativen Teile des Dinosaurierskelettes weitgehende Ähnlichkeit. Speziell der Hirnschädel erinnert an jenen der Vögel, Pseudosuchier und Parasuchier. Eine Ähnlichkeit mit jenem der Eusuchier vermag ich freilich nicht zu konstatieren. Anderseits zitiert Huene (l. c. p. 587) als Beispiel besonders weitgehender, aber offenbar dennoch nicht zu systematischer Vereinigung berechtigender Konvergenz die Ähnlichkeit zwischen Parasuchiern und Krokodiliern. Ich glaube, daß es nicht statthaft sein kann, einerseits die Parasuchier und Krokodile trotz sonstiger Ähnlichkeit wegen der Verschiedenheit ihres Schädels, Beckens und Schultergürtels zu trennen, die beiden Hauptgruppen der Dinosaurier, nämlich Saurischia und Orthopoda, aber trotz der Ähnlichkeit ihres Schädelbaues und Schultergürtels wegen sonstiger Differenzen nicht zu vereinen.

Auch vom phylogenetischen Standpunkte läßt sich das Fallenlassen des Namens Dinosaurier nicht empfehlen, denn damit nehmen wir uns die Möglichkeit, der Tatsache Ausdruck zu verleihen, daß die Saurischia den Orthopoden viel näher stehen als etwa den Krokodiliern, Pterosauriern oder Vögeln. Gemeinsam ist

---

[1] Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

den Orthopoden und Saurischiern — aber im Gegensatze zu Krokodiliern und Pterosauriern eben nur ihnen —, daß sich im Laufe der Entwicklung bei ihnen mehrfach Charakterzüge entwickeln, die man sonst nur bei den Vögeln antrifft. Als vogelartige Eigenschaften, deren Entstehung sich schon deshalb nicht bloß auf mechanische Anforderungen an den Skelettbau zurückführen lassen, weil sie bloß in der einen oder anderen Gruppe der Dinosaurier vorkommen, sind aufzufassen: die Reduktion der Neurapophysen der Halswirbeln, sowie deren Gabelung (Sauropoden), die flachsattelförmigen Verbindungsflächen der Sakralwirbelzentren (*Streptospondylus*), die Bildung eines Synsacrum (Orthopoda), *Apteryx*-artiges Ilium (Theropoda), dorsale Iliumverbreitung (Orthopoda), säbelförmige Gestalt der Scapula (Orthopoda), Rotation der Pubis (Orthopoda), Processus ascendens Astragali (Theropoda).

Es scheint, um sich einer freilich philosophisch unrichtigen Redewendung der älteren Paläontologen zu bedienen, „als ob die Dinosaurier wiederholt versucht hätten, sich in Vögel zu verwandeln, dies ihnen aber immer nur stückweise gelungen wäre". Unseren modernen Anschauungen entsprechend läßt sich dies so ausdrücken, daß die Gesamtheit der hier angeführten Eigenschaften auf eine tiefe strukturelle Gleichheit zwischen Saurischiern, Orthopoden und Vögeln hinweist; da nun aber die Vögel sich doch wohl zu einer eigenen Klasse entwickelt haben, bleibt für Saurischia und Orthopoda zusammen nur der Name Dinosauria übrig. Die etwaige Behauptung, daß der Name Dinosauria bloß dieselbe historische Berechtigung hätte wie der Ausdruck Enalosauria, den man seinerzeit als Sammelnamen für Ichthyosaurier und Sauropterygier gebrauchte, wird infolge dieser Beobachtungen natürlich hinfällig, denn bei den Enalosauriern handelt es sich nicht um strukturelle Gleichheit, sondern um Konvergenz.

Weitgehende, von den Vögeln abweichende Parallelismen zwischen beiden Ordnungen der Dinosaurier ergeben sich vor allem in der Umwandlung der für Systematiker wichtigen Schädelbasis, die, von einer vogelartigen Schädelbasis ausgehend, bei den Theropoden, Ornithopodiden und Thyreophoren zu einem verkürzten Typus mit vorne stark verbreitertem Basisphenoid führt (vergl. Fig. 2 u. 7). Eine weitere Eigentümlichkeit, die sich bei vier- und zweibeinigen Dinosauriern nachweisen läßt, ist die Verlängerung des Femur, das im Gegensatze zu den Vögeln, wo es stets kürzer ist als die Tibia, im Laufe der Stammesgeschichte der Dinosaurier über die Länge der Tibia hinauswächst. Daß diese Größenzunahme nicht bloß die Lösung einer Gleichgewichtsfrage bedeutet und daher auch wohl kaum bloß mechanische Ursachen haben dürfte, zeigt ihr Vorkommen bei dem vierfüßigen Genus *Stegosaurus*. Eine dritte, von den meisten Vögeln abweichende und

nur bei wenigen Ratiten bemerkbare Eigenschaft der beiden Dinosaurier-Phyla besteht darin, daß die ursprünglich leichtgebauten Extremitätenknochen solide und massiv werden. Als Dinosaurier mit schweren Extremitätenknochen erwähne ich die Sauropoden unter den Saurischia und *Claosaurus* unter den Orthopoden. Die sonstigen Veränderungen der Dinosaurier dürften durch deren Lebensweise bedingt sein. Im übrigen verweise ich wegen Details auf meine Arbeit über den, freilich in bezug auf Skelettproportionen und Stellung der Fußzehen einer wesentlichen Korrektur bedürfenden Proavis (Proc. Zool. Soc. London 1907), dessen Existenzberechtigung ich aber im übrigen Abel gegenüber im Sinne Heilman's noch immer aufrecht erhalten zu müssen glaube [1].

Da ich mit Huene darin vollkommen übereinstimme, daß den Saurischiern und Orthopoden der Wert je einer Ordnung zukommt, glaube ich dem Ausdrucke Dinosauria den Wert einer Oberordnung zuschreiben zu müssen. Dies läßt sich sowohl durch die zwischen einem spezialisierten Orthopoden und einem spezialisierten Theropoden existierenden Differenzen, als auch durch die ganz hervorragende Bedeutung der Dinosaurier für das festländische Wirbeltierleben der Erde rechtfertigen, denn während des ganzen

---

[1] Die Greifhand ist universeller, als Abel meint; betreffs des Fußes verweise ich auf Huene (7) p. 36. Im übrigen sind alle in meiner eben zitierten Arbeit angeführten Schwierigkeiten, die sich der Ableitung der Vögel von quadrupeden arborikolen Formen in den Weg stellen, von Abel, der seine ganze Hypothese bloß auf das Hand- und Fußskelett aufbaut, einfach nicht in Betracht gezogen worden. Es sind dies: 1. die bei Vögeln bemerkbare Differenzierung der vollkommen funktionsfähigen Hinterextremität, die allen sicher aus quadrupeden arborikolen Formen, d. h. Patagiumfliegern, hervorgegangenen Flugtieren natürlich abgeht; 2. die Unmöglichkeit, daß sich auf einem Patagium eine mechanisch wirksame Feder entwickle; 3. die Entwicklung des Beckens und der Metatarsalia, die weiter vorgeschritten ist als die der für Baumvögel doch gewiß wichtigeren Flügelknochen; 4. das Vorkommen von großen Neurapophysen und freien Rückenwirbeln bei den Ratiten, dann deren primitiver Gaumenbau und deren relativ niedrige Bluttemperatur; 5. endlich das frühzeitige Vorkommen von bodenbewohnenden Vögeln, deren Vorderextremität schon wieder reduziert ist (*Hesperornis* und die eocänen flugunfähigen Vögel), denn es versteht sich, daß dies bei Vögeln, bei denen die Hinterextremität an der Lokomotion bedeutend teilnimmt, leichter eintritt als bei arborikolen Formen. Nach Abel's Ansicht könnten die Palaeognathae die spezialisiertesten Vögel sein und fast müßte man dies erwarten, nach meiner Ansicht stehen unter allen lebenden Vögeln gerade sie den Vorfahren der Vogelwelt am nächsten. Zu allem dem füge ich noch hinzu: 6. die vogelartige Gestalt der Schädelbasis der Vögel und primitiven Dinosaurier, deren Condylusrichtung auf vertikale Halshaltung hinweist. Details sollen gelegentlich folgen.

Mesozoicums waren sie die Vertreter karnivoren und herbivoren Säuger.

Die auch von HUENE anerkannte Gruppe der Archosaurier (7), die nach meinem Dafürhalten Rhynchocephalen, Pseudosuchia (= Pseudosuchia + Parasuchia + Pelycosimia), Crocodilia, Dinosauria und Pterosauria umfaßt, ist ja sicherlich eine natürliche Einheit, doch scheint sie mir gewiß den Wert einer Unterklasse zu haben.

Die Systematik der Theropoden, wenigstens der triadischen Formen, ist in letzter Zeit von HUENE eingehend erörtert worden (8), weitere Aufklärungen darüber sind wohl von den neuen Funden der Professoren FRAAS, JAEKEL und HUENE zu erwarten. Die Sauropodensystematik schließt sich naturgemäß an die der Theropoden, muß aber so lange unbefriedigend bleiben, bis es nicht gelingt, die primitiven Sauropoden von den spezialisierten gut zu trennen und so die Entwicklungsrichtung der einzelnen Phyla festzustellen; die Systematik der Orthopoden läßt sich an der Hand des bisher beschriebenen Materiales hingegen schon recht gut fixieren.

Die Unterscheidung zwischen den zweibeinigen unbepanzerten und den meist vierbeinigen bepanzerten Orthopoden ist schon eine alte, doch ist noch immer in beiden so entstehenden Gruppen Raum für Korrekturen vorhanden.

Der erste wesentliche Punkt der Systematik der Unterordnung der zweibeinigen Ornithopoda, der stark betont werden muß, besteht darin, daß man die Familie Kalodontidae NOPCSA (13) von der Familie Trachodontidae scharf trennt. Der Unterschied in der Entwicklungsrichtung zwischen den Kalodontidae und Trachodontidae liegt darin, daß erstere die Schneide eines jeden Zahnes stets verstärken, was durch einseitige, eine prächtige Ornamentierung bewirkende Anlage von Schmelzrippen erfolgt, während bei letzteren eine bemerkenswerte Verstärkung der einseitigen Schmelzschichte des einzelnen Zahnes nicht erfolgt, hingegen durch rapideren Zahnnachwuchs die Schmelzlagen verschieden alter Zähne gleichzeitig in Gebrauch treten, wodurch ein Zahnpflaster entsteht. Evolutionsrichtung ist natürlich scharf von Evolutionshöhe zu trennen. Gemeinsam ist beiden Familien der Ornithopoden, daß bei ihnen die Entstehung einer Mahlfläche darauf basiert, daß sich die Mahlfläche der Zähne in unökonomischer Weise durch das Abschleifen bildet, wogegen das bei den Säugetieren feststellbare Prinzip der Schmelzeinfaltung in das Innere des Zahnes in ökonomischerer Weise darauf hinausläuft, den Zahn trotz der Abschleifung zu konservieren (13).

Nach der Trennung der Ornithopoden in Kalodontiden und Trachodontiden erübrigt es, die weitere Einteilung dieser beiden Familien zu besprechen. Die Kalodontidae scheinen in drei Unterfamilien zu zerfallen. Die erste heißt Hypsilophodontidae.

Diese ist durch Zwischenkieferzähne ausgezeichnet und es haben ihre Mitglieder eine flache, an einige triadische Theropoden gemahnende Schädelbasis. Diese Unterfamilie umfaßt die Genera: *Hypsilophodon*, *Nanosaurus* (5), möglicherweise auch *Geranosaurus* und *Priodontognathus*. Letzterer erinnert stark an *Rhabdodon*, seine Beschreibung weist jedoch einige absonderliche Eigenschaften auf, denn Seeley hat, wie ich mich persönlich überzeugte, das Stück unrichtig orientiert und vorne und hinten vertauscht. Namentlich das Vorderende der neuen Orientierung erinnert an ein *Rhabdodon*-Maxillare, da jedoch die Zähne von *Priodontognathus* sogar primitiver gebaut sind als bei *Hypsilophodon*, kann man *Priodontognathus* nicht zu den Camptosauriden stellen, wohin *Rhabdodon* gehört.

Die zweite Unterfamilie der Kalodontidae bilden die Camptosauridae mit den gut definierbaren Genera *Laosaurus*, *Camptosaurus*, *Rhabdodon*. *Camptonotus* und *Cunmoria* sind Synonyma von *Camptosaurus*, *Mochlodon* ist synonym mit *Rhabdodon*. Einige Spezies der Genera *Camptosaurus* und *Rhabdodon* sind ebenso wie der Typus von *Hypsilophodon* ursprünglich unter dem Genusnamen *Iguanodon* beschrieben worden. Von den Hypsilophodontidae unterscheiden sich die Camptosauridae durch die Schädelbasis (**2**, **11**), von den zu besprechenden Iguanodontidae durch die schwächere Entwicklung des vorderen Pubis-Astes. Die dritte Unterfamilie der Kalodontidae, namens Iguanodontidae, umfaßt vorläufig bloß die beiden Genera *Iguanodon* und *Craspedodon*.

Wir gehen nun auf die Trachodontiden über. Da sich die meisten Reste von Trachodontiden in Amerika befinden, ist es namentlich während der jetzigen Verhältnisse schwer, sich in Europa ein klares Bild über die Familie Trachodontidae zu machen, für Fernerstehende wird nicht einmal das klar, daß alle die in diese Familie gehörenden Formen *Trachodon*, *Hadrosaurus*, *Orthomerus*, *Kritosaurus*, *Claosaurus*, *Saurolophus*, *Hypacrosaurus* und *Corythosaurus* eigene Genera repräsentieren. Brown (**1**) stellt *Kritosaurus*, *Trachodon*, *Hadrosaurus* und *Claosaurus* in eine Unterfamilie, die Trachodontidae, *Saurolophus*, *Hypacrosaurus* und *Corythosaurus* in eine zweite, die Saurolophidae. Falls diese Klassifikation richtig ist, hat *Orthomerus* (mit dem *Limnosaurus* Nopcsa non Marsh, *Telmatosaurus* und *Hecatasaurus* synonym sind) wegen seiner Ähnlichkeit mit *Kritosaurus* jedenfalls in die erste dieser beiden Unterfamilien zu gehören, doch scheint mir der Wert der Brown'schen Einteilung vorläufig noch zweifelhaft; in Ermanglung einer besseren muß man freilich derzeit Brown's Einteilung benützen. *Sphenospondylus* erscheint in bezug auf seine systematische Stellung fraglich.

Bei der Systematik der bepanzerten Dinosaurier gehen die Ansichten stärker auseinander als bei den Ornithopoden. Selbst

halte ich es für zweckmäßig, alle bepanzerten Dinosaurier in eine einzige Unterordnung zusammenzufassen, die ich der Unterordnung Ornithopoda gegenüberstelle und die ich Thyreophora nenne (**13**). Alle Mitglieder dieser Unterordnung zeichnen sich durch sekundär erworbene quadrupede Lokomotion und starke Panzerbildung aus. Je nach der Entwicklung des Schädels kann man innerhalb der Thyreophoren drei Familien, Stegosauridae, Acanthopholidae (**10**) und Ceratopsidae, unterscheiden.

Bei den Stegosauriden ist der Schädel von zwei Formen, nämlich von *Scelidosaurus* und *Stegosaurus* bekannt. Beide charakterisieren sich durch normal entwickelte obere Schläfenöffnungen, ähneln also in diesem Punkte, sowie in der Konkavität des hinteren Schädelumrisses von oben, den Ornithopoden; ihr Hinterhauptcondylus scheint in beiden Fällen schräge gegen hinten und unten gerichtet zu sein, das Foramen magnum ist daher fast in der Verlängerung der Schädelachse gelegen. Die vorderen Extremitäten sind in dieser Unterfamilie viel kürzer als die hinteren, der Hautpanzer entwickelt sich innerhalb dieser Unterfamilie allmählich zu großen, vertikal gestellten Rückenplatten, was dann seinerseits wieder die Gestalt der Rückenwirbel beeinflußt, deren Diapophysen aufwärts gerichtet werden.

Innerhalb der Stegosauriden können wir zwei Unterfamilien: Scelidosaurididae und Stegosaurididae unterscheiden. Erstere umfaßt die Genera *Echinodon* Owen, *Scelidosaurus* Owen und *Sarcolestes* Lydekker und hat starke Zähne und einen nicht sehr differenzierten Panzer; letztere umfaßt die Genera *Stegosaurus* Marsh, *Anthodon* Owen, *Dacentrurus* Lucas (= *Omosaurus* Owen), *Craterosaurus* Seeley (**12**), *Centrurosaurus* Hennig (= *Doryphorosaurus* Nopcsa [**14**]), *Diracodon* Marsh. Der Grund, weshalb ich *Sarcolestes* (**9**) zu den Scelidosauridae stelle, liegt in der eigentümlichen windschiefen Krümmung der Alveolarreihe dieses Tieres, die den Theropoden fehlt, zu denen *Sarcolestes*, weil ihm ein Kronenfortsatz abgeht, gestellt wurde, während sie bei den Stegosauriern vorkommt, dann in der Bepanzerung der Außenfläche des Unterkiefers, endlich in der Gestalt seiner an *Scelidosaurus* gemahnenden Zähne. Die an und für sich ja recht interessante Tatsache, daß die Alveolen bei *Sarcolestes* bis an die Symphyse reichen, daher kein Prädentale vorhanden war, ist diesen Eigenschaften gegenüber phylogenetisch von großer, systematisch aber offenbar doch nur von geringer Bedeutung, denn wir wissen ja ohnehin, daß wir bei primitiven Orthopoden den Mangel eines Prädentale zu erwarten haben. Da *Scelidosaurus* einen Kronenfortsatz, *Sarcolestes* jedoch wie *Stegosaurus* keinen besitzt, könnte man *Sarcolestes* statt zu den Scelidosauridae auch zu den Stegosauridae stellen, doch widerspricht dem die *Scelidosaurus*-artige Gestalt der Zähne, und infolge dieser Umstände belassen wir *Sarcolestes* bei den Scelido-

sauriern und betrachten ihn als der Ursprungsstelle der Stegosaurier nahestehend.

Betreffs der Unterfamilie Stegosaurididae verweise ich auf Gilmore's Monographie, hebe jedoch neuerdings hervor, daß mir die Vereinigung der Genera *Stegosaurus* und *Dacentrurus* wegen der verschiedenartigen Ausbildung des vorderen Iliumteiles unstatthaft erscheint. Es wäre an der Zeit, daß die amerikanischen Paläontologen, z. B. Gilmore und Brown, die Beobachtungen am europäischen Materiale nicht außer acht ließen.

Bei den Acanthopholidae (**13**) fehlen die oberen Schläfenöffnungen, der Schädel ist oberhalb des Foramen magnum seitlich, rückwärts und oben bis zur Fronto-Nasalnaht fast kugelförmig, und deshalb erinnert sein Umriß stark an jenen eines Vogels, doch mit dem Unterschiede, daß sich am Baue dieser Kugeloberfläche seitlich nicht wie bei den Vögeln die das Hirn begrenzenden Knochen, sondern die Deckknochen, also Squamosum, Postfrontalia und Praefrontalia, beteiligen. Das Quadratum ist klein, der gestielte kugelförmige Condylus ist rechtwinkelig auf die Schädelbasis aufgesetzt, das Foramen magnum ist von unten sichtbar, und es ist nicht in der rückwärtigen Verlängerung der Schädelachse gelegen, sondern schaut rechtwinkelig auf diese. Von unten betrachtet erinnert die Schädelbasis von *Struthiosaurus* am ehesten noch an jene von *Thecodontosaurus* und *Hypsilophodon*, während die Schädelbasis von *Stegosaurus* eher eine entfernte Ähnlichkeit mit jener von *Plateosaurus* aufweist. Die Gestalt der Zähne, die bei *Stegopelta*, *Struthiosaurus* und *Stegoceras* bekannt sind, ist recht typisch und sowohl von den an der Basis geblähten Zähnen von *Stegosaurus* als auch den länglichen vielspitzigen Zähnen von *Sarcolestes*, *Scelidosaurus* und *Tröodon* verschieden. Über die Zusammengehörigkeit von Zähnen und Schädel von *Acanthopholis* und *Ankylosaurus* scheinen mir die Akten noch nicht geschlossen. Isolierte Zähne eines Acanthopholididen wurden als *Palaeoscincus* beschrieben.

Vorder- und Hinterextremitäten sind bei allen Acanthopholidae annähernd gleichgroß.

Der Panzer entwickelt sich bei vielen Formen zu einem segmentierten Nackenschutz, zu einem geschlossenen Lendenschild und zu Schulterstacheln, doch kann man bei den Acanthopholidae, wie mir scheint, zwei Unterfamilien erkennen, nämlich die Hylaesaurididae mit *Hylaeosaurus*, die bloß auf Hals und Schulter mehrere Reihen auffallend langer Stacheln aufweisen, und die Acanthopholididae, die den segmentierten Nackenschutz und bloß auf den Schultern schwere, an ihrer Basis stark verbreiterte Stacheln zeigen. Dieser segmentierte Nackenschutz hat sich bei *Struthiosaurus*, dann auch bei *Stegopelta* und *Stegoceras* gefunden, doch ist er bei letzterem von Lambe irrtümlicherweise *Ankylosaurus* Brown (= *Stereocephalus* Lambe) zugeschrieben worden.

Die Unterfamilie Acanthopholididae enthält die Genera: *Acanthopholis* Huxley, *Struthiosaurus* Bunzel, *Stegoceras* Lambe, *Hoplitosaurus* Lucas, *Polacanthus* Owen, *Stegopelta* Williston, *Palaeoscincus* Leidy.

Anoplosaurus Seeley, den Hennig noch selbständig anführt, habe ich schon 1902 mit *Acanthopholis* vereinigt (**10**) und dasselbe geschah damals mit *Struthiosaurus* und *Crataeomus*. Neue siebenbürgische Funde haben seither die Richtigkeit der zweiten Vereinigung bewiesen und infolge von 1902 angeführten Gründen bildet dies nun gleichzeitig auch ein Argument für die erste. Wegen Details verweise ich auf meine damalige Arbeit.

Wegen der Zugehörigkeit von *Stegoceras* zu den Acanthopholididae habe ich auf meine 1915 erschienene Arbeit (**13**) im Jahrbuch der k. ung. Geol. Reichsanstalt zu verweisen. *Hoplitosaurus* stelle ich infolge der Gestalt seiner an der Basis stark verdickten Stacheln in die Nähe von *Polacanthus*, *Hoplosaurus ischyrus* Seeley ist zu schlecht erhalten, als daß man hierüber etwas Positives sagen könnte. Möglicherweise ist diese Form mit *Struthiosaurus* ident.

Die Ceratopsidae unterscheiden sich von beiden vorgenannten Familien im Schädelbau dadurch, daß sich bei ihnen ein sekundäres Schädeldach bildet.

Je nach dem Grade der Entwicklung dieses Schädeldaches hat man die ursprünglicheren Nodosauridae und die spezialisierteren Ceratopsidae zu unterscheiden. Der Panzerschutz entwickelt sich vorwiegend zu einer Nackenkrause und zu jedenfalls offensiv gebrauchten Hörnern. Die Familie Ceratopsidae umfaßt, nach meiner Auffassung, die Unterfamilien Stenopelyxidae (*Stenopelyx* Meyer), Nodosauridae (*Nodosaurus* Marsh, *Ankylosaurus* Brown, *Hierosaurus* Wieland) und Ceratopsidae (*Monoclonius* Cope, *Anchiceratops* Brown, *Triceratops* Marsch etc.)

Stenopelyx ist zuletzt von Huene besprochen worden, bei *Ankylosaurus* (= *Stereocephalus* Lambe) ist in Übereinstimmung mit Abel zu betonen, daß es jedenfalls unstatthaft ist, ihn mit einem *Stegosaurus*-Femur zu rekonstruieren, wie dies Brown getan hat. Die spätere Nackenkrause der Ceratopsidae ist hier vorerst nur durch Stacheln angedeutet, und was *Hierosaurus* anbelangt, so möchte ich hinzufügen, daß sich *Hierosaurus*-artige Panzerplatten in Südfrankreich gefunden haben. Es sind dies jene Stücke, die Déperet in 1900 im Bull. Soc. Geol. Franc. als *Crataeomus* sp. erwähnte, die jedoch, wie ich mich in Lyon überzeugte, viel dicker als die Platten des *Struthiosaurus* (= *Crataeomus*). Über die Ceratopsididae selbst läßt sich, da sich das Material zu dieser Familie fast ausschließlich in Amerika befindet, bloß auf Grund der Literatur nur wenig sagen, und dies ist der Grund, warum im Elenchus der

thyreophoren Dinosaurier von einer Aufzählung der verschiedenen Genera der eigentlichen Ceratopsiden Abstand genommen wurde. Was ich als Typen der einzelnen Unterfamilien der Ceratopsidae auffasse, ist, so wie in allen anderen Unterfamilien, immerhin auch hier durch gesperrten Druck hervorgehoben worden.

Obzwar Hennig in seiner Zusammenstellung der Stegosaurier und ihrer Literatur (4) in 1916 noch ausdrücklich betont hat, daß eine Klassifikation eines großen Teiles der bepanzerten Dinosaurier derzeit noch nicht möglich sei, so ist, wie ich glaube, durch obige Zeilen der Beweis des Gegenteiles erbracht worden.

Für die Klassifikation sämtlicher orthopoden Dinosaurier ergibt sich auf diese Weise folgendes Schema:

Oberordnung Dinosauria.

Ordnung Orthopoda.

I. Unterordnung Ornithopoda.
  1. Familie Kalodontidae.
    a) Unterfamilie Hypsilophodontidae.
    b) „ Camptosauridae.
    c) „ Iguanodontidae.
  2. Familie Trachodontidae.
    a) Unterfamilie Trachodontidae.
    b) „ Saurolophidae.

II. Unterordnung Thyreophora.
  1. Familie Stegosauridae.
    a) Unterfamilie Scelidosaurididae.
    b) „ Stegosaurididae.
  2. Familie Acantholidae.
    a) Unterfamilie Hylaeosaurididae.
    b) „ Acanthopholididae.
  3. Familie Ceratopsidae.
    a) Unterfamilie Stenopelyxidae.
    b) „ Nodosauridae.
    c) „ Ceratopsidae.

Literatur.

Von der Literatur über Stegosauridae wurde hier nur das angeführt, was entweder in Hennig's Zusammenstellung fehlt oder seither erschienen ist. Betreffs der Originalbeschreibungen der einzelnen orthopoden und ceratopsiden Genera sei im übrigen auf die bisherigen diesbezüglichen Bibliographien Hay's, Nopcsa's und Hatcher-Lull's gewiesen.

(1) Brown: *Corythosaurus Casuarius,* a new crested Dinosaur. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1914.

(2) Gilmore: Osteology of the jurassic reptile *Camptosaurus.* Proc. U. S. Nat. Mus. Washington. 1909.

(3) Hennig: *Kentrosaurus aethiopicus,* der Stegosauride des Tendaguru. Sitz.-Ber. Gesell. Naturforsch. Freunde, Berlin. 1915.
(4) — Stegosauria (in Fossilium Catalogus edit. Frech. Animalia). Berlin 1915.
(5) Huene-Lull: Neubeschreibung des Originals von *Nanosaurus.* Neues Jahrb. f. Min. etc. 1908.
(6) Huene: Beiträge zur Kenntnis des Ceratopsiden-Schädels. N. Jahrb. f. Min. etc. 1911.
(7) — Beiträge zur Geschichte der Archosaurier. Geolog.-Paläontolog. Abhandl. Jena. 1913.
(8) — Das natürliche System der Saurischia. Dies. Centralbl. 1914.
(9) Lydekker: On the jaw of a new carnivorous Dinosaur from the Oxford clay. Quart. Journ. Geol. Soc. 1893.
(10) Nopcsa: Notizen über cretacische Dinosaurier. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1902.
(11) — Dinosaurierreste aus Siebenbürgen. II. Schädelreste von *Mochlodon.* Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1902.
(12) — Notes on British *Dinosaurus.* Part V. *Craterosaurus.* Geol. Mag. 1913.
(13) — Die Dinosaurier der Siebenbürgischen Landesteile Ungarns. Jahrb. geol. Reichsanst. Budapest. 1915.
(14) — *Doryphorosaurus,* neuer Name für *Kentrosaurus* Hennig. Dies. Centralbl. 1916. (Infolge einer späteren Notiz Hennig's l. c. 1917 belanglos; der heute gültige Name ist *Centrurosaurus* Hennig.)

Zur Abstammung des Elephas antiquus Falc.

Von **W. Soergel.**

Mit 3 Textfiguren.

Eine neue Arbeit G. Schlesinger's[1], in welcher der Autor seinen Versuch wiederholt, die von ihm 1912[2] befürwortete Deszendenslinie *El. planifrons*—*El. antiquus* zu begründen und meine Argumente für die Deszendenslinie *El. meridionalis* var.—*El. antiquus* als völlig haltlos hinzustellen, veranlassen mich zu dem oft behandelten Thema nochmals das Wort zu ergreifen. Da meine

---

[1] G. Schlesinger, Meine Antwort in der *Planifrons*-Frage. I. Die Herkunft des *Elephas antiquus.* Dies. Centralbl. Jahrg. 1916. No. 2 u. 3.

[2] G. Schlesinger, Studien über die Stammesgeschichte der Proboscidier. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 62. H. 1. 1912.

Anschauungen über die Stammesgeschichte der europäischen Elefanten sich seit 1912 [1] in keiner Weise geändert und ich erst 1915 [2] diesem Gegenstand eine ausführliche Darstellung gewidmet habe, so darf ich mich hier auf eine kritische Beleuchtung der neuen Schlesinger'schen Beweisführung, auf Korrekturen beschränken. Und auch hierbei muß ich auf eine erschöpfende Behandlung der einzelnen Punkte verzichten, weil eine solche nur mit einem den Rahmen dieser Zeitschrift weit überschreitenden Bildermaterial möglich und vor allem ersprießlich wäre. Denn Autoren, die wie Schlesinger die Berechtigung zur Diskussion eines Themas nur aus einer gewissen Kenntnis der betreffenden Literatur herleiten können, sind leicht geneigt, von anderen an größerem Originalmaterial gewonnene Beobachtungs- und Erfahrungstatsachen einfach als „Behauptungen“, ja unbewiesene oder „subjektiv gefärbte“ „Behauptungen“ anzusehen, sobald sie nicht durch entsprechende bildliche Darstellungen gestützt werden. Zu gelegenerer Zeit werde ich versuchen, den Anforderungen solcher Autoren durch Veröffentlichung eines größeren Bildermaterials zu entsprechen.

I. Richtigstellung.

Schlesinger schickt seinen mehr sachlichen Ausführungen eine „Berichtigung“ voraus, in der er sich um den Nachweis bemüht, daß ich in meiner 1915 erschienenen Arbeit eine Schwenkung vollzogen hätte, „die“ ‚meinen‘ „Standpunkt von dem früher vertretenen um ein wesentliches Stück gerade in die Richtung hin entfernt, welche zu einer Vereinigung mit“ ‚Schlesinger's‘ „Auffassung führen muß“. Während ich früher *El. antiquus* und *El. trogontherii* aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* hergeleitet hätte, so argumentiert Schlesinger, so sähe ich jetzt den Vorfahren des *El. antiquus* in Formen, „welche praktisch mit dem Ahnen, den“ ‚Schlesinger‘ „angenommen und als *El. planifrons* bestimmt habe, zusammenfallen“. Diesen irrigen Schluß zieht Schlesinger aus einigen von mir 1914 und 1915 publizierten Sätzen, in denen ich darauf hinweise, daß eine vorhandene und deutlich erkennbare Variationsbreite des *El. meridionalis* im Sinne antiquoider und trogontheroider Merkmale selbstverständlich voraussetzt, daß die erste Anlage einer solchen Variationsbreite in den direkten Vorfahren des *El. meridionalis,* also in den zwischen dieser Art und *El. planifrons* stehen-

[1] W. Soergel, *Elephas trogontherii* Pohl. und *El. antiquus* Falc., ihre Stammesgeschichte und ihre Bedeutung für die Gliederung des deutschen Diluviums. Palaeontogr. 60. 1912.

[2] W. Soergel, Die Stammesgeschichte der Elefanten. Dies. Centralbl. Jahrg. 1915. H. 6—9. (Weiterhin zitiert als 1915. I.)

den Formen, eingesetzt haben muß. Er sucht diesem Schluß besonderes Gewicht dadurch zu verleihen, daß er unter weitgehender, den wahren Inhalt meiner Darlegungen verschleiernder Kürzung einen Teil der betreffenden Stelle in einer Fassung zitiert, wie ich sie niemals publiziert habe. Der ganze Satz lautet: „In unserem Falle würde die ideelle, paläontologisch nicht nachweisbare Trennung in eine *Antiquus*-Reihe und eine *Trogontherii*—*Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt und vorerst als erstes nachweisbares Stadium der Entwicklung zu einer größeren Variationsbreite des *El. meridionalis* geführt haben." Daraus entnimmt SCHLESINGER den Satz, daß „die Trennung in eine *Antiquus*- und *Trogontherii*—*Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt haben müsse", womit der Inhalt obigen Satzes stark verstümmelt und positiver zum Ausdruck gebracht wird, als ich ihn publizierte. Im Interesse einer sachlichen Führung wissenschaftlicher Streitfragen darf man wohl gerade von Leuten, die ihre „wissenschaftliche Objektivität" bei jeder Gelegenheit betonen, ein genaues, nicht sinnstörendes Zitieren erwarten.

Darin, daß ich schon bei den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen die beginnende Entwicklung einer Variabilität im Sinne antiquoider und trogontheroider Merkmale vermute, sieht SCHLESINGER den Beweis für meinen „Umschwung". Es wird sich also darum handeln, festzustellen, ob eine derartige Auffassung schon aus meiner 1912 erschienenen Arbeit hervorgeht, oder ob meine dort niedergelegten Anschauungen mit einer derartigen Auffassung in Widerspruch stehen. Das letztere glaubt SCHLESINGER bewiesen zu haben. Er stützt sich dabei auf eine Anzahl Zitate aus meiner 1915 erschienenen Arbeit, auf meine kurzen Äußerungen über die Zähne von Ferladani, Stauropol und Kouialnik und schließlich auf das 1912 von mir veröffentlichte Variationsschema zur Veranschaulichung der Stammesgeschichte der europäischen Elefanten. Den von SCHLESINGER aufgeführten „Daten" für den „Wandel" meiner Anschauungen stelle ich zunächst alle diejenigen Sätze aus den Arbeiten von 1912 und 1915 gegenüber, in denen von der Abstammung des *El. antiquus*, der Variationsbreite des *El. meridionalis* und von der voroberpliocänen Wanderform des Stammes *El. planifrons*—*El. meridionalis* die Rede ist.

1. 1912. p. 90.

„Aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* lösen sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung zu Beginn des Pleistocäns zwei Formen schärfer heraus: *El. antiquus* und *El. trogontherii*, zwischen denen aber immer noch, die Variationsbreite des *El. meridionalis* gleichsam fortsetzend, intermediäre Formen auftreten: *El. trogontherii* var. *antiquus* und *El. antiquus* var. *trogontherii*."

2. 1912. p. 97.

„Ende Miocän, Anfang Pliocän entwickelte sich aus dem in nur engen Grenzen variierenden *El. planifrons* die Formengruppe des *El. meridionalis—hysudricus*, die im Pliocän, wohl unter dem Einfluß der kleineren, die großen Oszillationen der diluvialen Vereisung einleitenden Klimaschwankungen, vor allem aber unter der Einwirkung ganz bedeutender, die Art von ihrem asiatischen Stammland über fast ganz Europa verbreitenden Wanderungen eine größere Variationsbreite erhielt. Zu Beginn des Pleistocäns traten aus dieser Variationsbreite zwei Varietäten allmählich schärfer hervor", etc.

3. 1915, I. p. 247.

„Es ist bei Aufstellung von Stammbäumen selbstverständlich, daß wir ein Divergieren zweier Stämme aus einer Kollektivform dort eintreten lassen, wo wir beide Deszendenten schon als Varietäten des Grundtypus erkennen können, wo gewisse Unterschiede, wenn auch schwach und durch alle Übergänge verbunden, nachweisbar sind. Daß wir uns dabei vollkommen klar sind darüber, daß eine schwache, eben erkennbare Divergenz schon mit dem Wachsen der Variationsbreite der jeweiligen Kollektivform eingetreten sein muß, braucht kaum betont zu werden. In unserem Falle würde also die ideelle, paläontologisch nicht nachweisbare Trennung in eine *Antiquus*-Reihe und eine *Trogontherii—Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt und vorerst als erstes nachweisbares Stadium der Entwicklung zu einer größeren Variationsbreite des *El. meridionalis* geführt haben. Da wir eine solche Zwischenform als eigentliche Wanderform ansehen müssen, die den asiatischen Elefantenstamm nach Europa führte, so wäre die Herausbildung einer größeren Variationsbreite gerade bei dieser Form recht verständlich."

Diese Ausführungen aus dem Jahre 1915 decken sich bezüglich der Variabilität der zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen, den eigentlichen Wanderformen, vollständig mit den im 2. Zitat aus dem Jahre 1912 wiedergegebenen Anschauungen, wobei die zu frühe Altersdatierung des *El. planifrons* gar nicht in Betracht kommt. Denn Wanderungen vor allem werden schon dort als Erklärung für die Anlage und Weiterentwicklung einer größeren Variationsbreite herangezogen. Wo glaubt Schlesinger, daß diese Einflüsse wirksam gewesen sein sollen, wenn nicht bei der Wanderform, d. h. dem direkten Vorläufer des oberpliocänen *El. meridionalis?* Oder gelingt es seiner Interpretationskunst auch hier, einen Sinn in meine Ausführungen hineinzutragen, der seinen Zwecken entspricht, einen Gegensatz zu konstruieren? Das Auslassen des 2. Zitats von 1912 in seiner Zusammenstellung von „Daten", das um so auffälliger ist, als nur an dieser Stelle der Arbeit von 1912 von den gerade in Rede

stehenden voroberpliocänen Wanderformen gehandelt wird, scheint nicht darauf hinzudeuten.

Den wirklichen Sinn der unter 3 zitierten Sätze hat Schlesinger schließlich gar nicht verstanden, wie seine an diese Sätze anknüpfende Argumentation beweist. Er hängt bei seinen phylogenetischen Spekulationen zu sehr an Namen, die Striche zu Stammreihen verbinden, sieht im Bild des dürren, verästelten Baumes, scheint mir, den höchsten Ausdruck phylogenetischen Denkens. Es fehlt ihm augenscheinlich eine vollere Vorstellung vom Vorgang der Entwicklung, ein tieferes Verständnis für seine Kontinuität, für das Nichtabzugrenzende in der Fülle der ineinanderfließenden Formen und die daraus sich ergebende Unmöglichkeit, den Ablauf einer Entwicklung durch Auflösung des Vorgangs in begrifflich eng begrenzte Namen gerecht zu werden. Das ist die Quelle aller Mißverständnisse und aller Mißdeutungen meiner Ausführungen durch Schlesinger, die damit begannen, daß er in meiner Phylogenie die „Variationsbreite des *El. meridionalis*“, über deren Charakter meine Ausführungen gar keinen Zweifel ließen, mit „*El. meridionalis* typus“ vertauschte und nun gegen die entstellte Anschauung polemisierte.

Ebenso unglücklich ist Schlesinger in der Ausdeutung meines Variationsschemas aus dem Jahre 1912, das ihm einen weiteren Beweis für meinen Umschwung liefern sollte. Auch hier sind seine Folgerungen unlogisch und wenig durchdacht. Hätte ich 1912 — und das ist der Kernpunkt, an den Schlesinger's weitere Mißdeutungen anschließen — dem direkten Vorfahren des *El. meridionalis* keine Variabilität im Sinne trogontheroider und antiquoider Merkmale zuerkannt, so hätte ich die unterste Figurenreihe für *El. meridionalis* offensichtlich nur in Rechtecken zeichnen müssen, dem Sinnbild trogontheroider Eigenschaften. Die sehr deutlichen rhombischen Einschläge in dieser Reihe und ihr allmähliches Zunehmen in den oben folgenden Reihen lassen jeden Unbefangenen erschließen, daß sich in tieferen, für den direkten Vorfahren des *El. meridionalis* angefügten Reihen die rhombischen Einschläge in allmählich abnehmender Stärke fortgesetzt haben würden und keinesfalls in der nächsttieferen Reihe schon ausgeklungen resp. verschwunden gewesen wären, wie es die von Schlesinger mir unterstellte Ansicht zum mindesten verlangen müßte. Schon die ältesten Formen des oberpliocänen *El. meridionalis* besitzen in diesem Schema eine Variationsbreite im angedeuteten Sinn, die sich eben im Laufe der Entwicklung vergrößert. Daraus geht unzweideutig hervor, daß die Anlage einer solchen Variationsbreite schon bei den nicht in das Schema einbezogenen direkten Vorfahren des *El. meridionalis* begonnen haben muß. Ein anderer Schluß auf die dem *El. meridionalis* direkt voraufgehenden Formen ist aus diesem Schema vernünftigerweise gar nicht abzuleiten. Er

deckt sich vollkommen mit dem, was in dem Zitat 2 aus eben dieser Arbeit über diese Formen gesagt ist.

Daß ich die 4 unteren, dem *El. meridionalis* zugehörenden Figurenreihen als „Formen des Val d'Arno" umschrieb, was Schlesinger merkwürdigerweise durch Fettdruck als für seine Auslegung günstig hervorhebt, hat seinen Grund darin, daß zu einer derartigen Demonstration der Stammesgeschichte nur ihrem Alter nach gesicherte und fossilreiche Fundorte herangezogen werden durften. Mir ist bisher aus dem Oberpliocän kein Fundort bekannt, der ein auch nur annähernd so reiches Material oder überhaupt ein Material geliefert hätte, an dem über die Variabilität des *El. meridionalis* in solchem Maße ein Urteil gewonnen werden könnte. Schlesinger's Auslassungen über eine solche, in einem Alter und Formenbreite vergleichenden Schema notwendige Einschränkung ist mir deshalb völlig unverständlich, da ich doch nicht annehmen kann, er wolle mir die Ansicht unterstellen, daß gerade nur aus der Variationsbreite dieser *Meridionalis*-Formen die beiden Stämme unserer diluvialen Elefanten allmählich deutlicher herausgewachsen wären. Ebenso unverständlich und grundlos ist die anschließende Behauptung, ich versuchte „die Schädelfrage von dem Material aus dem Val d'Arno abzudrängen".

Eine kritische Prüfung meiner 1912 veröffentlichten Anschauungen führt also zu dem Resultat, daß sie mit den 1915 veröffentlichten durchaus nicht im Gegensatz stehen, daß von einem „Umschwung" in meinen Anschauungen gar nicht die Rede sein kann. Schlesinger's Bemühungen, einen solchen Gegensatz zu konstruieren, sind als Proben einer zweifelhaften Interpretationskunst wohl eine recht stattliche Leistung, für „eine erfolgreiche, objektive Lösung" einer wissenschaftlichen Streitfrage aber recht ungeeignet.

Anschließend an die Besprechung ausgewählter Zitate aus meiner Arbeit von 1915 stützt Schlesinger seinen Beweis für eine von mir vollzogene „Schwenkung" schließlich noch auf meine kurzen Auslassungen über die Elefantenmolaren von Stauropol, Ferladani und Kouialnik. Über diese Zähne habe ich mich zweimal nur ganz kursorisch geäußert:

1915, I. p. 247.

„Gehören dieser Wanderform — und dafür könnte manches geltend gemacht werden — die Funde von Ferladani, Stauropol und Kouialnik an, so ist sie als ein primitiver *El. meridionalis* zu bezeichnen."

1915, II[1]. p. 65.

„Der von Pavlow von Ferladani als *El.* aff. *planifrons* beschriebene Zahn gehört mit den Zähnen von Stauropol und Kouialnik

[1] W. Soergel, Das vermeintliche Vorkommen von *El. planifrons* in Niederösterreich. Zeitschr. d. Paläont. Ges. 2. H. 1. 1915.

zu *El. meridionalis,* von dem sich auch im sichergestellten Oberpliocän Italiens vereinzelt derartige Zähne finden."

Diese kurzen, eine kritische Würdigung des Materials aus unten angegebenen Gründen vermeidenden Äußerungen über Zähne, deren genaues geologisches Alter nicht bekannt ist, veranlassen Schlesinger zu der wiederum den wahren Sachverhalt entstellenden Behauptung, daß ich diese Zähne neuerdings für meine — gemeint ist meine „neue" — Meinung ins „Treffen" geführt hätte. Die obigen Zitate widerlegen eine solche Auffassung zur Genüge. Ich benutze diese Gelegenheit aber gern zu einigen weiteren Äußerungen über die südrussischen Funde; einmal, um die Bedenken vorzutragen, die damals wie heute mir diese Zähne als wesentliche Stütze phylogenetischer Anschauungen ganz ungeeignet erscheinen ließen, zum andern, um einen Irrtum zu berichtigen, dem ich Pavlow und Schlesinger folgend zum Opfer fiel, als mir die Möglichkeit eigener Nachprüfung fehlte.

Für die Zähne von Kouialnik ist ein voroberpliocänes Alter, was neben der Lage des Fundorts für ihre Auffassung als direkte Vorläufer des *El. meridionalis* resp. als Vertreter einer westwärts strebenden Wanderform hauptsächlich ins Gewicht fallen könnte, nicht bewiesen. Weiterhin gestatten die von Pavlow nur in Kauflächen-, nicht in Seitenansicht abgebildeten Zähne nach mancher Richtung keine sichere Beurteilung, zumal Pavlow's Daten im Text sehr spärlich sind. Höhenmaße werden nur für zwei Zähne angegeben und in einer Form, die Vergleiche mit den Höhenmaßen anderer Zähne gänzlich ausschließen. Dasselbe gilt für die von Pavlow angegebenen Lamellenzahlen. Denn trotz Pavlow's Angabe[1], die in Fig. 19 und 20 auf Taf. I abgebildeten Zähne seien komplett, erscheint mir das für den unter Fig. 20 dargestellten doch recht zweifelhaft. Derartigem Material kann in phylogenetischen Betrachtungen natürlich nur eine sehr bescheidene Rolle zugewiesen werden, solange Artbestimmung und Alter noch nicht gesichert sind. Ob es sich in diesen Zähnen um einen primitiven *El. meridionalis*, wie oben gesagt, oder um einen gewöhnlichen oder gar fortgeschrittenen *El. meridionalis* handelt, ist für die von mir vertretene Phylogenie ohne jede Bedeutung.

Eine gleiche Vorsicht ist bei der Beurteilung des Zahnes von Ferladani geboten, über den Pavlow's Figur Taf. 1 Fig. 23 und überaus spärliche Angaben im Text kein abschließendes Urteil gestatten. Ihrer Bestimmung als M III max. setzt Pavlow ein Fragezeichen zu. Der Bestimmung des Zahnes als *El.* aff. *planifrons* bei Pavlow und als *El. planifrons* bei Schlesinger steht

[1] M. Pavlow, Les éléphants fossiles de la Russie. Nouv. Mem. Soc. imp. Mosc. 17. 1910.

die hohe Lamellenzahl entgegen. Nach Pavlow sind 15 Lamellen vorhanden, die erste, nach der Abbildung nur in der Rückwand erhalten, ist ebenso breit als die folgende, ihr ging entweder noch ein kleiner Talon voraus, oder sie ist selbst der vordere Talon. Rechnen wir die letzte Lamelle als hinteren Talon, so erhalten wir eine Mindest-Lamellenformel von ×! 13 ×. Das ist für *El. planifrons* zu viel, zu viel eigentlich auch schon für einen primitiven *El. meridionalis*, dem er in meinen kursorischen Äußerungen zugezählt wurde. Ein endgültiges Urteil oder gar eine Auswertung zu phylogenetischen Folgerungen erscheint auch hier unter den gegebenen Umständen unzulässig.

Zu diesen Bedenken kam schließlich noch ein rein praktischer Grund, der mich hindern mußte, diese südrussischen Funde in ihrer Gesamtheit für meine Ansichten ins „Treffen" zu führen. Zur Zeit der Abfassung meiner beiden oben zitierten Aufsätze stand mir Pohlig's bekannte Monographie, in der die Zähne von Stauropol abgebildet sind, nicht zur Verfügung. Eine spätere Nachprüfung dieser Abbildungen an der Hand der von Pohlig im Text gegebenen Daten zeigte mir, daß eine Zusammenfassung dieser Zähne mit denen von Kouialnik nicht angängig ist. Zählte ich sie damals der gleichen Gruppe zu, so folgte ich Pavlow's und Schlesinger's Angaben im Vertrauen darauf, daß diese Autoren Gleiches gleichgeordnet hätten. Die Zähne von Stauropol können aber weder nach ihrer Zahnhöhe noch nach ihrer mutmaßlichen Vollamellenzahl zu einer zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Form, ja nicht einmal zu *El. meridionalis* gerechnet werden. Sie gehören, soweit Abbildungen und Text bei Pohlig ein Urteil gestatten, primitiven Formen des *El. antiquus* zu oder doch in ihre unmittelbare Nähe, worauf auch andere als die genannten Merkmale hinweisen.

In meinen phylogenetischen Betrachtungen haben alle diese Zähne bisher keine Rolle gespielt und werden sie vorerst auch nicht spielen, da ich im Gegensatz zu Schlesinger für diese Zwecke nur zoologisch voll auswertbares und seinem geologischen Alter nach genau festgelegtes Material heranziehe.

Die eben widerlegte Behauptung Schlesinger's von einer von mir vollzogenen „Schwenkung" kehrt in seinem Aufsatz immer wieder, zieht sich wie ein roter Faden durch die ganze Arbeit. Wiederholt wird die Annäherung erwähnt, die sich zwischen unseren beiderseitigen Ansichten vollzogen habe — und tatsächlich vollzogen hat, allerdings nur bezüglich der Abstammung des *El. antiquus* und hier auf wesentlich andere Weise, als Schlesinger sie darzustellen versucht. Sie ist klar zu ersehen aus einer Betrachtung von Schlesinger's *Antiquus*-Stammreihe, wie sie war und wie sie heute ist.

1912 treffen wir die Reihe *El. planifrons—El. priscus—El. antiquus.* 1914[1] und 1916 verschwindet *El. priscus,* den ich schon 1912 gestrichen hatte aus der Stammreihe. Diese besonders für die Frage nach der Abstammung des *El. africanus* nicht unwesentliche Annäherung an meinen Standpunkt geschieht 1914 allerdings nicht rückhaltlos. Eine Nachprüfung der *Priscus*-Frage behält er sich vor, meine 1912 veröffentlichten, von Dietrich[2] 1913 in vollem Maße bestätigten Ausführungen über *El. priscus* werden — zweifellos aus „wissenschaftlicher Objektivität" — nicht genannt und es wird nur auf Dietrich's Arbeit verwiesen. 1916 ist ein weiterer Schritt in der Richtung meiner Anschauung festzustellen. Die von Bortolotti[3] veröffentlichten Elefantenmolaren von Perugia, die ich 1912 als einer oberpliocänen Vorfahrenform des *El. antiquus* zugehörig in Anspruch nahm, werden auch von Schlesinger nun in diesem Sinne gedeutet. Dabei ist es zunächst gleichgültig, daß ich in ihnen eine Varietät des *El. meridionalis* und er eine letzterem gegenüber selbständige Art sehen will. Da nun diese als oberpliocäne Zwischenform zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* in Anspruch genommenen Zähne keineswegs ident sind mit den Zähnen, die bisher unter dem Namen *El. priscus* gingen, so darf man wohl schließen, daß Schlesinger neuerdings — allerdings „nicht offen" — den *El. priscus* definitiv aus seiner Stammreihe des *El. antiquus* entfernt und in diesem Punkte sich meine 1912 ausgesprochene Ansicht zu eigen gemacht hat. Ich begrüße in dieser Säuberung und in der Anerkennung der Molaren von Perugia als Vorfahrenform des *El. antiquus* einen nicht unwesentlichen Schritt Schlesinger's in der Richtung meiner seit 1912 vertretenen Ansichten.

II. Korrekturen.

In dem zweiten, vielfach sachlicheren Teil seiner Arbeit behandelt Schlesinger in gleicher Stoffgliederung wie ich in meinem Aufsatz über die Stammesgeschichte der Elefanten drei für die Abstammung des *El. antiquus* wichtige Fragen.

1. Grad und Häufigkeit antiquusartiger Merkmale an den Zähnen von El. planifrons.

Ein erster Abschnitt ist der Untersuchung gewidmet, ob im Gebißmaterial des *El. planifrons* oder in dem des *El. meridionalis*

[1] G. Schlesinger, Ein neuerlicher Fund von *El. planifrons* in Niederösterreich. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. **63**. H. 4. 1914.

[2] W. O. Dietrich, Zur Stammesgeschichte des afrikanischen Elefanten. Zeitschr. f. ind. Abstammungslehre. **10**. H. 1 u. 2. 1913.

[3] C. Bortolotti, Denti di Proboscidati, di Rhinoceronte e di Ippopotamo ect. Riv. ital. Palaeontolog. **10**. 1904.

deutlichere und häufigere Anklänge an *El. antiquus* gefunden werden. Der Besprechung der beiden pliocänen Arten schickt Schlesinger eine Erörterung voraus über die wesentlichsten Unterschiede zwischen den Molaren des *El. antiquus* und denen des *El. trogontherii*, deren Ergebnis ihm als Basis dient zur Beurteilung *antiquus*-artiger Merkmale bei den pliocänen Arten. Über die Form der Schmelzfigur, die in den späteren Ausführungen eine gewichtige Rolle spielt, heißt es bei *El. antiquus* p. 37: „Rhombische Form der Schmelzfiguren mit medianer Zipfelbildung vorne und hinten." Hierzu ist zu bemerken, daß ebenso häufig wie rhombische Formen breitrechteckige oder dachförmige vorkommen, letztere mit fast gerade verlaufender Vorderkante und firstartig geknickter Hinterkante. Dieser Typus findet sich besonders im älteren Diluvium häufig und darf beim Aufsuchen antiquoider Merkmale bei älteren Formen deshalb nicht übergangen oder als weniger charakteristisch gewertet werden als rein rhombische Figuren. Ferner ist Zipfelbildung nach hinten und vorn keineswegs die Regel, im Gegenteil die weniger häufige Ausbildung bei *El. antiquus*; deutliche Zipfelbildung nach beiden Seiten ist kaum zahlreicher vertreten als gänzlich fehlende Zipfelbildung.

Bei Besprechung des Verschmelzungstyps des *El. antiquus* und *El. trogontherii* bemüht sich Schlesinger, die zwischen beiden Elefanten seinerzeit von mir dargelegten Unterschiede als möglichst durchgreifende, unüberbrückte hinzustellen. Hierin geht er viel zu weit. Bei *El. antiquus* heißt es p. 37: „Bei weiterem Tieferlegen der Schnitte werden sich diese seitlichen Kreise nur verhältnismäßig wenig und rasch vergrößern, dann gleichbleiben, die Mittelfigur aber wird von Anfang an ziemlich gleichbleiben." Bei *El. trogontherii* p. 37: „Diese (die seitlichen Ringe; Einfügung d. Verf.) nehmen aber beim Tieferlegen des Schnittes stetig an Länge zu, während die mäßig starke Mittelfigur je nach dem parallelen oder konvergenten Verlauf der Trennungsspalten gleichbleibt oder abnimmt." Es gibt nun aber recht viele Fälle, wo auch bei *El. antiquus* der lateral annular median lamellare Verschmelzungstyp durch Zunahme der lateralen und Abnahme der medianen Figur in einen intermediären mit drei ungefähr gleichgroßen Figuren übergeht. Ob die Verschmelzung mit einer sehr kleinen oder sehr großen medianen Figur, mit sehr großen oder sehr kleinen lateralen Figuren beginnt, in jedem Falle kann kurz vor Einschmelzung der 3 Teilfiguren in die volle Schmelzfigur ein intermediärer, lat. lam. med. lam. Verschmelzungstyp erreicht werden. An den direkt vor der Einschmelzung begriffenen Lamellen können sich also die Unterschiede ganz verwischen, die in diesem Merkmal die einzelnen Elefantenarten in den schwächer angekauten Lamellen zeigen. Es ist

deshalb, wie ich schon 1915, II. p. 41 ausführte, die oberste Partie der Lamelle, „wo die Unterschiede am augenfälligsten sind, wo Vergrößerungen und Reduktionen — wie sie im Laufe der Stammesgeschichte stattgefunden haben — sich am stärksten geltend machen. Es ist aus diesem Grunde wichtig, bei Vergleichen des Verschmelzungstyps gleich stark abgekaute Lamellen und, wo es angeht, wenig abgekaute zu vergleichen, an denen die 3 Teilfiguren sich eben aus der Fülle der Mammillen isoliert haben." Ich betone das hier nochmals gegenüber SCHLESINGER's Bemerkungen auf p. 58, Anm. 1.

Die von SCHLESINGER auf Grund der Literatur befürwortete scharfe Scheidung zwischen *El. trogontherii* und *El. antiquus* besteht in der Tat nicht; es gibt bei beiden Formen Abweichungen von diesem Extrem und, wie Fig. 1 zeigt, auch bei *El. antiquus* Zähne, die gar nicht in die von SCHLESINGER gezogenen Grenzen sich einfügen. Im übrigen kontrastiert diese nicht berechtigte enge Fassung des Verschmelzungstyps bei *El. antiquus* mit der Weitherzigkeit, mit der SCHLESINGER im nächsten Abschnitt dieses Merkmal bei einigen meiner intermediären Molaren betrachtet. Denn bei denjenigen dieser Molaren, die er zu *El. antiquus* typus stellt, entspricht der Verschmelzungstyp oder richtiger die Art, wie bei weiterer Abkauung die Größenverhältnisse der 3 Teilfiguren sich ändern, keineswegs seiner oben zitierten Ansicht.

Fig. 1.
M I max. von *El. antiquus* von Taubach. ca. $\frac{3}{5}$ n. G.
Original im Museum Darmstadt.

Die Voraussetzungen, mit denen SCHLESINGER an die Beurteilung antiquoider Merkmale bei *El. planifrons* und *El. meridionalis* herantritt, kann ich nach dem Gesagten nicht in vollem Maße billigen.

Bedingt schon diese Verschiedenheit in der Auffassung des *Antiquus*-Charakters eine verschiedene Ausdeutung einzelner Merkmale der in der Literatur abgebildeten Zähne, so wird hier der Unterschied zwischen SCHLESINGER und mir noch durch zwei weitere

Momente verschärft. Das ist einmal die nicht ganz gleichmäßige Behandlung der Zähne des *El. meridionalis* und *El. planifrons* durch Schlesinger, zum andern augenscheinlich ein Mangel an praktischer Erfahrung, wie er zu bescheidener Beschäftigung mit Originalmaterial entspringt. Ad 1 führe ich folgende Beispiele auf:

An dem von Weithofer[1] Taf. VI Fig. 1 abgebildeten Zahn charakterisiert Schlesinger die Zipfelbildung als „nach hinten, gering". Sie ist aber an verschiedenen Lamellen viel ausgeprägter als an dem von Falconer[2] Taf. 6 Fig. 4 abgebildeten Zahn von *El. planifrons,* für den Schlesinger für die Zipfelbildung angibt: „am 4. Joch vorn und hinten typisch". Der stärkere Grad der Verkleinerung der *Meridionalis*-Zähne darf doch nicht zu solchen Fehldeutungen führen, die den Wert der Merkmalsstatistiken sehr herabdrücken.

Der Konstatierung des Verschmelzungstyps lat. lam. med. an. an einem M III mand. von *El. planifrons* (Falconer, Taf. XII Fig. 13 a) fügt Schlesinger die Bemerkung bei: „durch große Zementzwischenräume zw. d. Ell. gänzlich atypisch." Entsprechende Zementzwischenräume zeigt ein M II max. von *El. meridionalis* (Weithofer, Taf. IX Fig. 2), wo Schlesinger lediglich den Verschmelzungstyp lat. lam. med. an. registriert, ohne etwas Atypisches hervorzuheben. Weit bedeutendere Zementzwischenräume weist schließlich ein M III mand. von *El. meridionalis* auf (Weithofer, Taf. X Fig. 1); auch hier stellt Schesinger nur den Verschmelzungstyp lat. lam. med. an. fest, ohne diese Feststellung wie bei dem *Planifrons*-Zahn durch eine Bemerkung einzuschränken.

Solcher Ungleichmäßigkeiten in der Behandlung beider Arten ließen sich eine ganze Anzahl aufführen. Da sie praktisch jedesmal darauf hinauslaufen, *El. planifrons antiquus*-artiger erscheinen zu lassen als *El. meridionalis,* was Schlesinger beweisen will, so kann man den Gedanken an eine subjektive Färbung kaum unterdrücken, die Schlesinger selbst unbekümmert und ohne jeden Anhaltspunkt einem Autor zutraut, dessen Angaben er an Darstellungen nicht nachprüfen kann.

In viel höherem Maße wird schließlich die Vergleichbarkeit seiner für *El. planifrons* und *El. meridionalis* aufgestellten Statistiken herabgedrückt durch eine Anzahl von Fehldeutungen. Ich kann hier nicht jede der von Schlesinger untersuchten Molarenabbildungen ausführlich besprechen. Ich beschränke mich auf die nötigsten Korrekturen und führe eine Reihe von *Planifrons*-Zähnen auf, deren Verschmelzungstyp Schlesinger als unklar oder nicht

---

[1] K. A. Weithofer, Die fossilen Proboscidier des Arnotales in Toskana. Beitr. z. Paläont. Österreich-Ungarns u. d. Orients. 8. 1890.

[2] H. Falconer, Fauna antiqua Sivalensis.

feststellbar angab oder überhaupt anders bestimmte als ich. Die Zähne sind in der Fauna antiqua Sivalensis abgebildet.

Taf. XI Fig. 6. Schlesinger gibt an: „lat. Ell. schwächer als die med., Mammillenzahlen: 1, 4, 1." Es ist gar nicht zu entscheiden, ob dem inneren Lateralpfeiler nicht 2 Mammillen zugehören; unter dieser Voraussetzung wäre dieser Lateralpfeiler ebenso stark als der mediane.

Taf. XI Fig. 7. Schlesinger schreibt: „zu stark abgekaut! vielleicht lat. lam. med. an." Die letzte angekaute Lamelle läßt deutlich eine annulare Medianfigur erkennen, nur verwischt eine innere Lateralfigur von annularer, eine äußere Lateralfigur von lamellarer Gestalt. Die sehr schwache Medianfigur charakterisiert den Bau der Lamelle unzweideutig.

Taf. XI Fig. 9. Diesen Zahn übergeht Schlesinger. Ich bestimme eine annulare Medianfigur, eine lamellare und eine annulare Lateralfigur und bezeichne diesen Verschmelzungstyp, der durch sehr schwachen Mittelpfeiler bedingt ist, als lat. lam. med. an.

Taf. XII Fig. 5 a. Hier bestimmt Schlesinger im Gegensatz zu seinen Angaben von 1913 l. c. den Verschmelzungstyp als „ausgesprochen lat. an. med. lam.". Ich sehe, besonders deutlich am linken Zahn, eine sehr kleine, annulare Medianfigur, die weit nach außen liegt, flankiert von einer kleinen, etwas gestreckten Lateralfigur außen und einer sehr lamellaren Lateralfigur innen. Daß zu beiden Seiten der kleinen Mittelfigur die tiefsten Spalten verlaufen, diese Figur also wirklich das Abkauungsbild des Mittelpfeilers darstellt, zeigt der Grad der übrigen Einschmelzungen. Die aus der Mitte gerückte Lage des Mittelpfeilers ist nichts Außergewöhnliches. Taf. XI Fig. 9 zeigt dasselbe. Im übrigen pflegt bei allen Elefanten der innere Lateralpfeiler der Oberkiefermolaren höher und kräftiger zu sein als der äußere, wodurch der Mittelpfeiler und seine Abkauungsfigur mehr oder weniger aus der Mittelachse verschoben erscheint.

Taf. XII Fig. 6 a. Schlesinger bestimmt im Gegensatz zu seinen Angaben von 1913 l. c.: „lat. an. med. lam. Verschmelzung". Die äußere Lateralfigur ist aber deutlich lamellar und fast halb so groß als die Medianfigur + innere Lateralfigur. Da die beiden letzteren schon verschmolzen sind, ist eine saubere Aufteilung schwer. Am nachfolgenden, noch in Mammillen aufgelösten Joch scheinen dem inneren Lateralpfeiler 2 Mammillen zuzugehören, jedenfalls sind 2 gegen die mittleren deutlich abgesetzt. Bei dem von Weithofer l. c. Taf. VIII Fig. 1 abgebildeten Zahn von *El. meridionalis* steht an der in Frage kommenden Lamelle die eine Seitenfigur zur Summe der Mittelfigur + andere Seitenfigur in ungefähr gleichem Verhältnis, die Mittelfigur ist sogar nicht unbeträchtlich größer als jede Seitenfigur (15 : 19,8 : 15 mm nach der Abbildung). Hier konstatiert Schlesinger „lat. u. med. lam.,

abnehmende med. Ellips.", ohne die beträchtlichere Größe der Medianfigur zu erwähnen. Das kontrastiert mit seiner neuen Beurteilung des *Planifrons*-Zahnes, für den ich den Verschmelzungstyp lat. lam. med. lam. bestimme.

Taf. XIV Fig. 8. SCHLESINGER bestimmt: „bloß zwei Figuren am vorletzten Joch, am letzten unklar". Ich sehe an dem Zahn, den ich in Fig. 2 darstelle, sehr klar die Verschmelzung lat.



Fig. 2. M III max. dextr. von *El. planifrons*, Indien, wenig kleiner als ⅓ n. G. Nach FALCONER, Taf. XIV Fig. 8.

lam. med. an. am letzten Joch. Auch am vorletzten ist die nach vorn und hinten ausgebuckelte Figur des Mittelpfeilers sehr deutlich zu erkennen.

In ähnlicher Weise sind, um zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen, eine Anzahl von SCHLESINGER's Angaben über die Art der Zipfelbildung, die Form der Schmelzfigur bei *El. planifrons* und *El. meridionalis* (WEITHOFER's Abbildungen) zu korrigieren. Eine weitere Einzelaufführung würde diese Klarstellung aber zu „lang geraten" lassen, obgleich eine Gegenüberstellung einiger Zähne von *El. planifrons* und *El. meridionalis* zur Illustrierung

der SCHLESINGER'schen Ausdeutungsvarianten nicht uninteressant wäre. Es ist selbstverständlich, daß unter diesen Umständen die von SCHLESINGER dargestellten Verhältnisse ganz wesentlich von den wirklichen abweichen. Seiner Statistik antiquoider Merkmale bei *El. planifrons* und *El. meridionalis* stelle ich die folgende gegenüber, für die mir von *El. planifrons* das gleiche, für *El. meridionalis* außer dem bei WEITHOFER abgebildeten ein anderes, aber umfangreicheres Material zu Gebote stand als SCHLESINGER.

a) Der Verschmelzungstypus.

In umstehender Tabelle habe ich die Verschmelzungstypen, um ein genaueres Bild zu gewinnen, stärker gegliedert, als ich es für *El. planifrons* 1915 II getan habe. Daraus und aus der Tatsache, daß es mir möglich war, bei noch 3 Zähnen den Verschmelzungstyp sicher oder ziemlich sicher festzustellen, erklärt sich der geringe Unterschied zwischen den heutigen und den 1915 II gegebenen Zahlen. In zwei Fällen hat sich meine Deutung um eine Nuance verschoben, erreicht aber bei keinem auch nur im entferntesten das Ausmaß des Unterschieds, der bei einigen Zähnen zwischen SCHLESINGER's Ausdeutung im Jahre 1914 und derjenigen von 1916 besteht. Ich erwähne folgende Beispiele, die auch deshalb von Interesse sind, weil die ältere, unbeeinflußt von der später beginnenden Auseinandersetzung mit mir gewonnene Deutung mit der meinigen übereinstimmt.

Taf. XII Fig. 5a.

1914: „Das 2. Joch deutlich aus 6 Mammillen, welche an der nächsten Lamelle eine Verschmelzung mit schwächerem Mittelpfeiler aufweisen; allerdings ist die Fusion schon weiter vorgeschritten."

1916: „ausgesprochen lat. an. med. lam., Mammillenzahlen an diesem und den vorhergehenden Jochen: 1, 2, 2; 1, 3, 2; 1, 4, 2."

Taf. XII Fig. 6a.

1914: „Das 2. Joch von rückwärts aus 6 Mammillen, am III. Joch zu drei gleichen Pfeilern verschmolzen."

1916: „lat. an. med. lam.; Mammillenzahlen: 1, 3, 2."

Diese neuen Deutungen begründet SCHLESINGER gegenüber den abweichenden alten mit keiner Silbe. Mir scheint, daß eine so bedeutende „Schwenkung" in der Beurteilung von Tatsachen, die durch objektive Beobachtung festgestellt werden können, der von SCHLESINGER für sich in Anspruch genommenen „wissenschaftlichen Objektivität" kein besonderes Vertrauen gewinnt, zumal diese Schwenkung jedesmal aus einer für SCHLESINGER's Anschauungen ungünstigen, eine günstige Tatsache machte.

Aus unserer Tabelle geht für *El. planifrons* zunächst das mit aller Deutlichkeit hervor, was ich schon 1912 feststellte, SCHLESINGER aber glaubte bestreiten zu können, daß nämlich ein

Tabelle über den Verschmelzungstyp bei El. planifrons und El. meridionalis.

Größenstufe des Mittelpfeilers	Verschmelzungstyp	*El. planifrons*		*El. meridionalis* Oberpliocän von Süd-, Mittel- und West-Europa		*El. meridionalis* Gesamtes italienisches Oberpliocän		*El. meridionalis* Val d'Arno	
			%		%		%		%
Sehr kräftiger Mittelpfeiler	lat. an. med. lam.	0	0,0	2	4,4	2	7,4	1	5,2
Kräftiger Mittelpfeiler	lat. an. med. lam. (Mittelpfeiler nur wenig größer als Seitenpfeiler)	2	15,4	9	20,0	4	14,8	3	15,7
Schwacher Mittelpfeiler	lat. lam. med. lam. (die 3 Pfeiler gleich groß)	2	15,4	19	42,2	12	44,4	8	42,1
Sehr schwacher Mittelpfeiler	lat. lam. med. lam. (Mittelpfeiler wenig kleiner als einer oder jeder Seitenpfeiler)	1	7,7	8	17,7	7	25,9	5	26,3
	verdächtig auf lat. lam. med. an.	2	15,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	lat. lam. med. an.	6	46,2	7	15,5	2	7,4	2	10,5
		13		45		27		19	

„schwacher Mittelpfeiler“ für diese Art charakteristisch ist. Denn „sehr schwachen“ Mittelpfeiler besitzen unter den beurteilbaren Zähnen 69,3 %, „schwachen“ Mittelpfeiler 15,4 %, im ganzen also 84,7 % aller Zähne. Bei *El. meridionalis* des Val d'Arno bilden Zähne mit schwachem Mittelpfeiler im ganzen zwar fast ebensoviel, nämlich 78,9 %, aber hier gehört die Hauptmasse, die bei *El. planifrons* mit 69,3 % die Gruppe mit „sehr schwachem Mittelpfeiler“ bildete, mit 42,1 % der Gruppe mit nur „schwachem Mittelpfeiler“ an. Dasselbe gilt für die Statistik von *Meridionalis*-Zähnen aus dem gesamten italienischen Oberpliocän, wo 44,1 % mit „schwachem Mittelpfeiler“ 33,3 % mit „sehr schwachem Mittelpfeiler“ gegenüberstehen; dasselbe schließlich für alle mir in Originalen oder in der Literatur zugänglich gewesenen *Meridionalis*-Zähne aus europäischem Oberpliocän, für die ich entsprechende Prozentsätze von 42,2 und 33,2 berechnete. Ein Stärkerwerden des Mittelpfeilers von *El. planifrons* nach *El. meridionalis* hin ist demnach gar nicht zu bestreiten und SCHLESINGER's merkwürdiges Ergebnis, daß von *El. planifrons* nach *El. meridionalis* hin eine zunehmende Reduktion des Mittelpfeilers stattgehabt hätte, entspricht den Tatsachen ganz und gar nicht. Wir werden darauf später nochmals zurückkommen. Von einer besonderen Ähnlichkeit zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* in der Pfeilerausbildung resp. dem Verschmelzungstyp kann demnach gar keine Rede sein. In diesem Merkmal ist *El. planifrons* vielmehr weiter als *El. meridionalis* von *El. antiquus* entfernt. Eine wesentliche Stütze der von SCHLESINGER befürworteten Phylogenie verliert damit allen Boden.

b) Die Kaufläche.

Gestattet das Material des *El. planifrons* für die Beurteilung der Pfeilerentwicklung in gewissen Grenzen die Anwendung der statistischen Methode, so ist das nicht mehr möglich bei einem Vergleich der Kauflächenform. Denn diese hängt, wie ich 1915 II ausführte, wesentlich ab vom Abkauungsgrad eines Zahnes. Schon bei nicht verletzten Zähnen einer Zahnserie werden deshalb Vergleiche nur mit Vorsicht vorzunehmen sein; wie viel mehr bei Vergleichen von ganz verschiedenen Zahnserien von ganz verschiedenem Abkauungsgrad bei vielfach fragmentärer, das Gesamtbild der Kaufläche wesentich beeinflussender Erhaltung. Diese Tatsachen, die jedem, der sich mit Originalmaterial beschäftigt hat, bekannt sind, halten SCHLESINGER nicht ab, das unter sich ganz ungleichwertige *Planifrons*-Material statistisch zu verarbeiten. Er findet bei *El. planifrons* rechteckige und ovale Formen „in fast gleicher Anzahl“. In seiner Tabelle III zähle ich allerdings 7 rechteckige und 12 ovale. An anderer Stelle p. 45 heißt es: „Die Kauflächenform zeigt zwar, wie meine Tabellen erweisen, bei *El. planifrons* öfter das zur Bandform überleitende Rechteck“ etc.

Prüft man diesen Satz an Schlesinger's eigenen Tabellen nach und läßt die als ‚hinten oval, vorn rechteckig' bezeichneten Stücke fort, obwohl sie doch eher zur ovalen Gruppe gehören und nicht zur Bandform überleiten, so erhält man für die ovale Gruppe 10, für die rechteckige 7. Mit Staunen konstatiert der Leser solche Widersprüche zwischen Text und Tabellen, viele werden sich allerdings im guten Glauben an die „wissenschaftliche Objektivität" des Autors der Täuschung durch solche Beweisführung nicht haben entziehen können.

Stellen wir uns auf den Boden von Schlesinger's Molarenkenntnis und verfahren auch wir hier statistisch! Zunächst überwiegen schon in Schlesinger's Zusammenstellung ovale Kauflächen. In noch stärkerem Maße ist das nach meinen Beobachtungen der Fall, 18 ovalen stehen 5 rechteckige gegenüber, von denen nur eine als fast bandförmig bezeichnet werden kann. Schlüsse dürfen aus diesem Resultat bei der Ungleichwertigkeit des Materials natürlich nicht gezogen worden. Eines zeigt sich aber jedenfalls klar. daß auch auf dieser Basis eine besonders enge Beziehung zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* mit seinen vorwiegend bandförmigen Kauflächen nicht bewiesen werden kann.

c) Die mediane Zipfelbildung.

Ein weiteres starkes Argument für seine Anschauung sieht Schlesinger in einem „häufigen" Auftreten medianer Zipfel an den Schmelzfiguren des *El. planifrons.* Als mediane Zipfel oder Zackenbildung zählt er aber nicht nur wirkliche Zipfel, die mit denen bei *El. antiquus* eine gewisse Ähnlichkeit haben, sondern auch ganz grobe, schiefe Aufwulstungen der Schmelzfigur, flache Aufbuckelungen des Mittelteils, wie sie *El. meridionalis* und *El. trogontherii* oft zeigen, flache Aufwölbungen des Mittelteils in 1 und 2 Wellen. Auf diese Weise wird morphologisch Vielartiges und zumeist gar nicht *Antiquus*-artiges zusammengefaßt und so eine hohe Zahl von Fällen herausgefunden, bei denen hinten und vorn starke „Zacken" vorspringen. Damit kommt er zu dem Resultat: „unter 21 konstatierbaren Molaren fehlen Zacken überhaupt nur an 5, von den übrigen 16 sind 2 atypisch, 2 schwach, 12 stark und vorn und hinten (distal und proximal) entfaltet". Hierzu wäre zunächst einschränkend zu bemerken, daß das nicht für alle Lamellen dieser Zähne, nicht einmal für die Mehrzahl ihrer Lamellen gilt.

Scheidet man die Fälle aus, wo flache Wellung, einfach oder doppelt, und keine Zipfelbildung vorliegt, so erhält man folgende Übersicht: Aufwulstung, Zipfelung oder Zackung nach beiden Seiten zeigen mehr oder weniger deutlich 8 Molaren, nur nach hinten 3, gar nicht 10. Unter den 8 + 3 besitzen dies Merkmal stets nur 1 oder einige Lamellen und meist in einer Ausbildung, die an relativem Ausmaß, Regelmäßigkeit der Entwicklung und der Form

des vorspringenden Teils mit *El. antiquus* gar nichts gemein hat. 5 von diesen 11 Molaren zeigen an einzelnen Lamellen Zipfelbildung, die als *antiquus*-haft oder *antiquus*-ähnlich bezeichnet werden kann. In 2 Fällen, nämlich Taf. XI Fig. 1 und Taf. XII Fig. 5a, handelt es sich um Zahnpaare, und dort zeigt dieses Merkmal stets nur der eine Zahn, während die Zipfelung an der entsprechenden Schmelzfigur des anderen in recht abweichender, nicht *antiquus*-artiger Ausbildung auftritt.

In diesem Merkmal *antiquus*-artig „gefestigt" erscheint *El. planifrons* also durchaus nicht, wie Schlesinger glauben machen will. Zudem ist Zipfelung nach vorn und hinten keineswegs ein konstantes Merkmal des *El. antiquus*, im Gegenteil zeigen gerade die altdiluvialen Vertreter dieser Art einseitige Zipfelung nach hinten besonders häufig, und stets in Formen, wie sie *El. planifrons* nur in sehr seltenen Fällen aufweist.

Auch diese wesentliche Stütze Schlesinger'scher Beweisführung erweist sich als haltlos.

d) Schmelzfigur.

Bleibt noch die Form der Schmelzfigur. Hier kann Schlesinger unter 21 Molaren nur „zwei Fälle" namhaft machen, an denen „einzelne Lamellen geradezu den Ausbildungsgrad, wie er für *El. antiquus* bezeichnend ist", erreichen. Für eine dieser Schmelzfiguren hebt er die Ähnlichkeit mit der *Africanus*-Figur hervor. In beiden Fällen handelt es sich um Zahnpaare, in beiden zeigen eine solche Rhombenform einzelner Schmelzfiguren nur Lamellen eines Zahnes, sie fehlen dem anderen. In beiden Fällen handelt es sich nicht um Zähne, die neben einem solchen „*Antiquus*-Charakter" auch noch weitere führten; sie entfernen sich vielmehr im Verschmelzungstyp, im massigen Bau und der ovalen Kaufläche weit von der diluvialen Art. Bedenkt man, daß unter 78 nach Falconer's Abbildungen beurteilbaren Schmelzfiguren des *El. planifrons* nur 5 oder 6 rhombischen Charakter tragen, so wird man auch für dieses Merkmal zugeben, daß *El. planifrons* nicht im Sinne eines direkten Vorläufers des *El. antiquus* „gefestigt" erscheint. Die charakteristischen Merkmale der *Planifrons*-Molaren sind *El. antiquus* durchaus fremd. Es ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert, daß Falcner den Zahn Taf. XIV Fig. 8, siehe unsere Abbildung 2 auf p. 226, als „charakteristisches Stück" bezeichnet; hier wird niemand, weder in der Form der Schmelzfiguren, noch im Verschmelzungstyp, noch in der Zipfelbildung, antiquoide Einschläge erkennen wollen.

Eine unvoreingenommene Prüfung der abgebildeten *Planifrons*-Molaren ist den Schlesinger'schen Anschauungen sehr ungünstig. Sie zeigt uns für jedes wichtige Merkmal den weiten Abstand, der zwischen dieser Art und *El. antiquus* besteht, er-

weist auf das deutlichste, daß in der siwalischen Art keinesfalls der direkte Vorfahr des diluvialen Waldelefanten gesehen werden darf. SCHLESINGER's Versuch, eine solche direkte Vorfahrenschaft aus einem Vergleich der Dentitionen beider Arten zu beweisen, ist gänzlich mißglückt. Er zeigt uns wiederum, daß für den Autor eine eingehende Beschäftigung mit umfangreichem Originalmaterial unerläßlich ist, will er mit Erfolg an die Ausdeutung abgebildeter Molaren herantreten. Eine solche Grundlage gibt ihm zugleich einen festen Halt, Zahnmaterial verschiedener Arten objektiv zu beurteilen, ohne Gefahr zu laufen, in seinem Urteil vom Druck einer vorgefaßten Meinung beeinträchtigt zu werden.

(Schluß folgt.)

Personalia.

Angenommen: Prof. Dr. **L. Milch** in Greifswald einen Ruf als Nachfolger von Geh. Rat Prof. Dr. CARL HINTZE in Breslau.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die einfachen Schiebungen am Zinn und seine Zustandsänderung bei 161°.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Mit 3 Textfiguren.

An gegossenen Platten von Zinn wurde von mir 1899 festgestellt, daß das Zinn leicht einfache Schiebungen beim Hämmern etc. eingeht; da aber inzwischen Ewing und Rosenhain[1] über Beobachtungen gleicher Art berichtet hatten und mir Kristalle von Zinn zur näheren Untersuchung nicht zur Verfügung standen, unterblieb meinerseits eine Mitteilung darüber. 1909 hat dann J. Ganten im hiesigen Institute Versuche an kleinen, elektrolytisch abgeschiedenen Kristallen angestellt. Es gelang ihm, zu ermitteln, daß die Gleitfläche die am Zinn auch als Zwillingsfläche bekannte (331) und die zweite Kreisschnittsebene $(11\bar{1})$ (die gewöhnliche Zwillingsfläche), also die Grundzone [112] sei. Auch diese Untersuchung ist nicht veröffentlicht, indessen habe ich von ihrem Ergebnis im Handwörterbuch der Naturwissenschaften (5. p. 1147. 1914) Mitteilung gemacht. Neuerdings hat nun Gaubert[2] in Unkenntnis der eben gemachten Angaben einige Beobachtungen an derbem Zinn mitgeteilt, die zwar gegenüber Ewing und Rosenhain nichts Neues enthalten, mich aber veranlaßten, die Messungen an Ganten's Kristallen zu wiederholen und weitere Versuche anzustellen.

Ganten's Kristalle hatten wesentlich die Form {111}, z. T. mit kleinem {101} und sehr schmalem {110}, sie waren z. T. ähnlich jenen von v. Foullon[3] eigentümlich gruppiert, zum großen Teil verzwillingt nach {111}, z. T. auch nach {331}, letztere ähnlich den sog. herzförmigen Zwillingen des Rutils. Sie waren sehr zart und klein (nur bis etwa 2 mm) und gestatteten nur wenige und wenig genaue Messungen, da ihre Flächen uneben waren und sich

---

[1] Phil. Trans. Roy. Soc. London. A, **193**. 369. 1899.

[2] Chem. Centralbl. 1915. I. 1327. Die Originalarbeit (Compt. rend. **159**. 680. 1914) ist mir erst jetzt zugänglich geworden.

[3] v. Foullon, Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien. **34**. 369. 1884. Nach Rammelsberg (Kryst.-phys. H. I. 144. 1881) sollten die Miller'schen Kristalle dünne achtseitige Prismen {100} . {110} gewesen sein; mir vorliegendes Material von Miller (aus der Wöhler'schen Sammlung), das allerdings die Form nur selten noch gut erkennen läßt, da es größtenteils in graues Zinn verwandelt ist, zeigt vorherrschend zweifellos {111} und scheint auch in der Gruppierung der Kristalle dem Ganten'schen ähnlich.

bei Druck nicht allein nach der Gleitfläche verschoben, sondern auch unregelmäßig verbogen. Fig. 1 zeigt einen nur etwa 1 mm großen Kristall der Form $\{111\}$ mit Lamellen nach den Flächen (331) und $(33\bar{1})$, deren Grenzflächen auf (111) und $(1\bar{1}1)$ und z. T. auf den symmetrisch zu letzteren liegenden Pyramidenflächen meßbar waren.

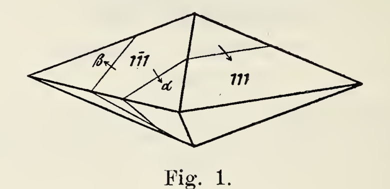


Fig. 1.

Für $K_1 = (331)$ und $\sigma_2 = [112]$ lautet die Transformationsformel [1]:

$$\varrho h_1' = -h_1 + 3h_2 + 6h_3$$
$$\varrho h_2' = 3h_1 - h_2 + 6h_3$$
$$\varrho h_3' = h_1 + h_2 - 2h_3$$

ebenso für $K_1 = (33\bar{1})$ und $\sigma_2 = [11\bar{2}]$:

$$\varrho h_1' = -h_1 + 3h_2 - 6h_3$$
$$\varrho h_2' = 3h_1 - h_2 - 6h_3$$
$$\varrho h_3' = h_1 + h_2 + 2h_3$$

Danach wird in der Lamelle α (Fig. 1) verschoben:

111 in 111
$1\bar{1}1$ in $15\bar{1}$
$1\bar{1}\bar{1}$ in $51\bar{1}$

ebenso in der Lamelle β:

$1\bar{1}1$ in $51\bar{5}$.

Daraus berechnen sich bei Zugrundelegung des Achsenverhältnisses von Miller [2] folgende Winkel, die mit den (z. T. nur sehr unsicher meßbaren) verglichen sind:

111 : α (111)	= 5° 39′	ber.,	5° 25′ gem.
$\bar{1}\bar{1}1$: α ($\bar{1}\bar{1}1$)	= 1 29	„	2 0 „
$1\bar{1}1$: α ($1\bar{1}1$)	= 3 53	„	3 21 bis 4° 22′ gem.

Lamellen nach Flächen einer anderen Form, besonders auch nach der gewöhnlichen Zwillingsfläche $\{111\}$ wurden nicht beobachtet; wohl aber ließ sich an Gußstücken, deren ebene Unterfläche

[1] Vertauscht man die Formen erster und zweiter Stellung, so wird das Verschiebungsschema reziprok zu dem des Rutils und man kann die einfachere Transformationsformel des letzteren anwenden:

$$h_1' : h_2' : h_3' = 2h_1 : h_1 - 3h_3 : -(h_2 + h_3).$$

[2] Pogg. Ann. 58. 660. 1843.

sich der Lage {001} stark näherte, öfter erkennen, daß Lamellen nach allen vier Flächen {331} vorhanden waren und daß die Gußfläche Verschiebungen in dem richtigen Sinne und annähernd von dem zu erwartenden Betrage erfahren hatte [1].

Da es nicht gelang, bessere Kristalle als die GANTEN's zu erhalten, die beim Erstarren auch nur kleiner Mengen von Zinn kristallisierten Massen aber sehr grobkörnig sind, wurde versucht, an diesen genauere Messungen anzustellen. Dazu wurde Zinn in parallelepipedische Formen von ungefähr 3 : 1,5 : 1,5 cm Kantenlänge gegossen, und zwar in ein Gefäß aus trübem Quarzglas, das aus einer polierten Bodenplatte und vier rechtwinklig geschliffenen und polierten Seitenwänden bestand, die während des Gusses durch

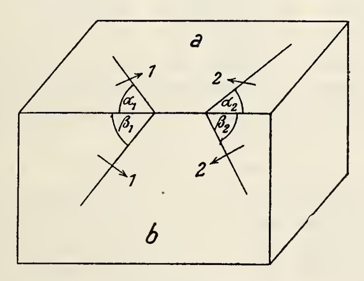


Fig. 2.

eine Schraubzwinge zusammengehalten wurden; die Seitenstücke waren hinreichend rechtwinklig (und zwei davon gleich lang), um das Auslaufen von Zinn zu verhüten. Die zahlreichen Luftbläschen des Quarzglases vermindern zwar etwas die Güte der Flächen der Gußblöcke, machen sie aber nicht unbrauchbar, andererseits ist solches „Quarzgut" viel billiger als ebenso große Stücke von tadelloser Beschaffenheit.

Durch einen leichten Schlag, der am besten nicht gegen Kanten und Ecken gerichtet ist (was leicht stärkere Verbiegungen bewirkt), sondern gegen die kleinste Fläche des Gußblocks, entstehen meist zahlreiche Lamellen, die durch ihren Verlauf erkennen lassen, daß die Gußblöcke meist nur aus wenigen großen Individuen bestehen; die Lamellen werden bis 1 mm breit und sind also gut meßbar.

Um die Beobachtungen an den Kristallen bestätigen zu können, mußten die Indizes von Teilen der Seitenflächen des Blocks, die demselben Individuum angehören, ermittelt werden.

---

[1] {001} wird stets in eine Fläche der Form {331} verschoben; es ist daher der Winkel zwischen ihr und der Fläche der Lamelle gleich $180^\circ - 3\alpha = 4^\circ 18'$, wenn man unter α den Winkel 001 : 331 versteht. Dieser Winkel ist also zur besonders genauen Ermittlung des Achsenverhältnisses geeignet; {001} ist aber bisher anscheinend nicht beobachtet.

Die Annahme, daß die Gleitflächen tatsächlich der Form {331} angehören, kann man zunächst dadurch prüfen, daß man die Spuren solcher Lamellen zur Kante zweier Gußflächen, z. B. a und b (Fig. 2) ermittelt, welche nicht parallel laufen, aber auf beiden Flächen durch ihre Durchkreuzung anzeigen, daß sie demselben Individuum angehören und die sich zugleich mit Sicherheit über die Kante a : b verfolgen lassen. Die verschobenen Flächenteile von a und b zweier derartiger Lamellen 1 und 2 sollen im folgenden mit a_1, b_1 und a_2, b_2 bezeichnet werden. (Die Pfeile an den Lamellen geben die Richtung, in der sie nach unten einfallen, wenn die Hauptfläche horizontal nach oben gewendet ist.) Es zeigte sich, daß die Lamellen zwar im allgemeinen ziemlich geradlinig verlaufen, aber vielfach auskeilen, so daß sich die Winkel α_1, β_1 und α_2, β_2 kaum bis auf 1^0 genau ermitteln ließen. Es wurden deshalb der Rechnung nur Winkel der Flächen zugrunde gelegt, da sich diese bei sorgfältiger Abblendung verbogener oder zu fein gestreifter Teile bis auf 1′ genau messen ließen (Normalenwinkel):

1. a : b = 90° 4′ 50″

2.	$a_1 : b = 92°\ 4'$ —	6.	$a_1 : a = 3°48'30''$
3.	$a_2 : b = 90\ 40\ 15''$	7.	$a_2 : a = 3\ 19\ 40$
4.	$b_1 : a = 90\ 56$ —	8.	$b_1 : b = 1\ 58\ 30$
5.	$b_2 : a = 91\ 35\ 10$	9.	$b_2 : b = 3\ 15\ 20$

Hieraus kann man zunächst α_1, α_2 und β_1, β_2 berechnen, und zwar genauer, als sie direkte Messung u. d. M. ergibt, vorausgesetzt, daß die Winkel 1)—9) bis auf wenige Minuten genau sind, denn da sich 2)—5) nur wenig von 1) entfernen, weil 6)—9) nur klein sind, ziehen auch kleinere Fehler in ihrer Bestimmung schon erhebliche Fehler von α_1, α_2 etc. nach sich. Als Neigung der beiden Gleitflächen für die Lamellen 1 und 2 wurde gefunden:

1 : 2 = 180° — 63° 42′ 40″
gegenüber 180 — 62 50 (Miller)

(während aus den ebenen Winkeln α und β sich ergab 180° — 64° 55′).

Aus dem Winkel 1 : 2 folgt zugleich, daß die Gleitflächen 1 und 2 zwei in einer Randkante zusammenstoßenden Flächen der Form {331}, also etwa (331) und ($\bar{3}\bar{3}1$) angehören, und daraus ergibt sich die Möglichkeit, die Indizes der Gußflächen a und b für das Individuum, welchem die Lamellen 1 und 2 angehören, zu berechnen, damit auch die Indizes ihrer verschobenen Teile und die gemessenen Winkel zwischen Lamellen und Hauptflächen mit jenen zu vergleichen, welche die Umlagerungen nach dem Ganten'schen Schema verlangen.

Die Indizes der Flächen a und b, bezogen auf das Miller'sche Achsenverhältnis, waren danach folgende:

a = — 0,5758 : 0,6891 : 0,4616
b = 1,1031 : — 1,8343 : 0,6413

Die Indizes ihrer mit der Lamelle 1 verschobenen Teile:

$a_1 = 5{,}4125 : 0{,}2529 : -0{,}8098$

$b_1 = -2{,}7583 : 8{,}9914 : -2{,}0137$

ebenso der mit der Lamelle 2 verschobenen Teile:

$a_2 = 0{,}1262 : 5{,}1858 : 1{,}0364$

$b_2 = 10{,}4538 : -1{,}2961 : 0{,}5514$

Daraus berechnen sich folgende, mit den gemessenen verglichene Winkel:

	ber.	gem.	Diff.
$a : a_1$ =	3° 36,5′	3° 19,5′	+ 0° 17′
$b : b_1$ =	3 30,5	3 15,5	+ 0 15
$a : a_2$ =	4 7,5	3 48,5	+ 0 19
$b : b_2$ =	2 8	1 58,5	+ 0 9,5

Die berechneten Werte sind also alle etwas größer als die gemessenen, und zwar um so mehr, je größer sie sind; daraus wird es wahrscheinlich, daß sich der Winkel $K_1 : K_2 = K_1 : \sigma_2$ noch mehr 90° nähert, als aus MILLER's Achsenverhältnis folgt. Trotzdem wurde davon abgesehen, ein neues Achsenverhältnis aufzustellen, da, wie oben bemerkt, die an den Gußblöcken meßbaren Winkel zu Fundamentalwinkeln nicht sehr geeignet sind. Im übrigen bestätigen diese Messungen an 4 Flächen allgemeinster Lage durchaus das GANTEN'sche Schema.

Die Zwillingsbildungen des tetragonalen Zinns nach {111} und {331} sind wie jene des Rutils pseudohexagonal; da sie aber bei erhöhter Temperatur (bis 220°) nicht merklich leichter (oder gar „von selbst") vor sich gehen, ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß sie mit der bei 161° angenommenen Zustandsänderung zusammenhängen. Die einfache Schiebung konnte aber eine Möglichkeit bieten, das Auftreten und gegebenenfalls die Symmetrie jener neuen Modifikation zu erkennen. WERNER[1] nimmt an, daß sie mit der zuerst von TRECHMANN[2] und dann von v. FOULLON[3] beschriebenen rhombischen Modifikation identisch sei. Wenn dies der Fall wäre, müßte man erwarten, daß mit der Umwandlung mit steigender Temperatur ein Zerfall bis dahin einheitlicher tetragonaler Kristalle in mehrere rhombische verknüpft wäre, so daß nach dem Wiedererkalten (und Rückverwandlung) ihre an dem Verlauf der Zwillingslamellen erkennbaren Grenzen andere geworden wären; ferner wäre im Moment der Umwandlung eine unstetige Änderung des Winkels zwischen Hauptfläche und ihren Lamellen zu erwarten.

[1] Zeitschr. f. anorg. Chemie. **83**. 292. 1913; das. Literatur.

[2] Mineralog. Mag. **2**. 186. 1879.

[3] Verhandl. geol. Reichsanst. Wien. 1881. 237.

Es konnte nun zunächst festgestellt werden, daß weder bei Temperaturen zwischen 161⁰ bis nahe zum Schmelzpunkt, noch unterhalb 161⁰ die Bildung neuer Lamellen ohne mechanischen Zwang stattfindet, daß auch unstetige Änderungen der genannten Winkel ausbleiben. Um dies zu prüfen, wurden aus deformierten Gußblöcken der oben beschriebenen Art kleine Stücke mit guten Reflexen von Hauptfläche und Lamelle herausgesägt und, gegebenenfalls nach weiterer Abblendung unscharfer Reflexe, der Winkel zwischen Hauptfläche und Lamelle bei je 5 Temperaturen zwischen 18⁰ und 224⁰ gemessen. Es ergaben sich folgende Änderungen:

I.		II.	
18°	3° 42′ 30″	18°	1° 52′ 40″
96	— 39 30	100	— 51 50
153,5	— 37 10	161	— 51 0
193	— 33 50	190,5	— 49 20
221	— 32 0	224	— 47 50
III.		**IV.**	
18°	3° 36′ 30″	21,5°	2° 52′ 10″
84,3	— 35 0	89	— 49 15
158	— 30 0	160	— 46 15
190	— 27 0	183	— 45 10
218,5	— 25 40	218	— 42 50

Die Fig. 3 läßt erkennen, daß in allen Fällen mit steigender Temperatur der Winkel zwischen Hauptfläche und Lamelle kleiner wird, und zwar anscheinend etwas beschleunigt, diese Verkleinerung ist zugleich der ursprünglichen Größe dieses Winkels annähernd proportional. Es weist dies, ähnlich wie bei Aragonit, auf eine Annäherung des Winkels $K_1 : \sigma_2$ an 90⁰, also auch an hexagonale Symmetrie hin, ohne daß diese aber bis nahe zum Schmelzpunkt auch nur entfernt erreicht würde. In keinem Falle ist außerdem im Gebiet oberhalb oder unterhalb 161⁰ eine Unstetigkeit dieser Änderung auch nur angedeutet, oder um die Umwandlungstemperatur eine Änderung im Reflexbilde beobachtet, und mit der ursprünglichen Temperatur wurde in allen Fällen der ursprüngliche Winkel wieder erreicht.

Bei zweien der oben angeführten Präparate waren die gemessenen Lamellen durch Schlag bei einer Temperatur von 220⁰, also erheblich oberhalb der Umwandlungstemperatur, hervorgerufen; sie unterschieden sich weder in ihrem Verlauf noch im Winkel von den vorher und nachher bei gewöhnlicher Temperatur an demselben Stücke entstandenen, ebensowenig war dies bei anderen bei 220⁰ deformierten der Fall. Auch ließ sich feststellen, daß die in manchen Gußstücken an der Form der Skelettbildungen erkennbaren Grenzen der Individuen, die also bei der Schmelztemperatur

selbst entstanden waren, mit denselben Grenzen, wie sie sich im Verlauf hervorgerufener Lamellen verrieten, übereinstimmten.

Im ganzen ergibt sich also, daß in zahlreichen Präparaten aus Schmelzfluß erstarrten Zinns kein kristallographisches Merkmal einer Umwandlung zwischen Zimmer- und Schmelztemperatur zu erkennen war. Sollte sie gleichwohl stattgefunden haben, so wäre anzunehmen, daß die neue Modifikation mit der gewöhnlichen tetragonalen kristallographisch sehr nahe verwandt wäre, und eine

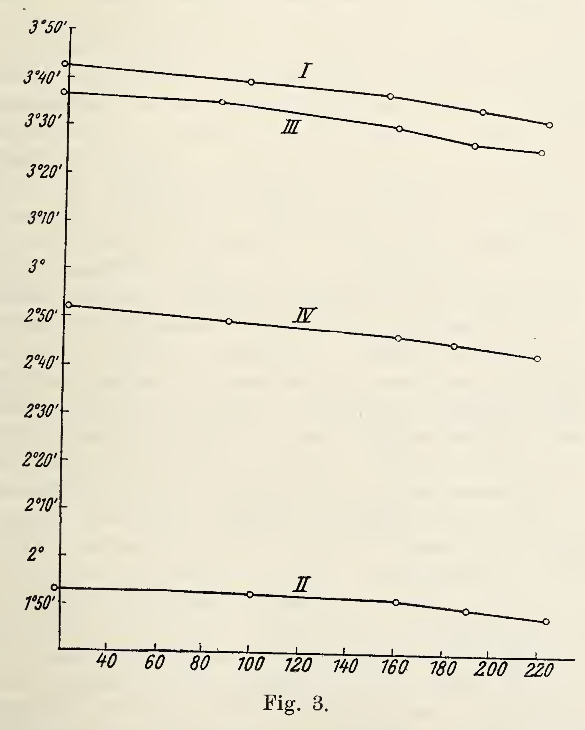


Fig. 3.

Veranlassung, sie mit der von Trechmann und v. Foullon beschriebenen rhombischen zu identifizieren, läge nicht vor.

Wahrscheinlicher ist aber wohl, daß eine Umwandlung trotz der vielen Versuche nicht stattgefunden hat, wie es auch bei fast allen Versuchen Werner's der Fall war. Da v. Foullon die Vermutung ausspricht, daß sehr langsame Abkühlung die Entstehung der rhombischen Modifikation begünstigt, wurde eine Anzahl von Zinnblöcken, an denen vorher Lamellen erzeugt waren, 6 Tage zwischen 175—186° erhalten, dann schnell abgekühlt und von neuem deformiert; sie verhielten sich nachher wie vorher.

Können die Tektite als Kunstprodukte gedeutet werden?

(Eine Bejahung.)

Von **Friedrich Berwerth.**

In meinem letzten Berichte „Über die Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900“[1] habe ich eine kurze Inhaltsangabe über die Arbeit von Prof. Franz E. Suess: Rückschau und Neueres über die Tektitfrage[2], gegeben und derselben folgende eigene Bemerkungen angefügt: „Im allgemeinen hält der Verfasser seine ursprüngliche Auffassung über den meteorischen Charakter der Tektite aufrecht mit der Einschränkung, „daß er vor 15 Jahren, in spekulativen Versuchen alle Einzelheiten der Moldavitskulptur zu erklären, zu weit gegangen ist“ und bekennt, „falls Daubrée's Piezoglyptentheorie, im Sinne Berwerth's, gänzlich hinfällig wird, so wird auch der Deutung der Moldavitskulptur eine wichtige Stütze entzogen“, und fügt dann hinzu, daß mit dem Verlust dieses Argumentes für den kosmischen Ursprung der Tektite noch kein Argument für deren Herleitung von irdischen Vulkanen gewonnen sei. Hierzu möchte der Referent bemerken, daß ihm außer der Annahme von meteorischer oder irdisch vulkanischer Abstammung der Tektite noch ein dritter Weg gangbar erscheint, der Lösung des „Tektitproblems“ näher zu kommen. Ich meine die Vornahme einer fachmännischen Prüfung der Tektite auf „Kunstprodukte“. Eine solche Untersuchung wäre an den gepreßten, Gußformen ähnlich sehenden Australiten und den geflossenen Schlackenfetzen gleichenden Queenstowniten zu beginnen. Wenn sich die Aussicht gewinnen ließe, die Tektite der beiden genannten Gruppen als die einzigen Überreste einer auf den australischen Ländern in einer weit zurückliegenden Urzeit bestandenen und durch die Bildung der gegenwärtig bestehenden Oberflächenverhältnisse vernichteten Kulturepoche zu erkennen, so müßte ein solches Resultat im Denken der Urgeschichtsforscher lebhafte Anregung auslösen. Ich denke nicht daran, die Tektite als für den Gebrauch hergestellte Gläser anzusehen, dazu fehlt ihnen alles, was ein Gebrauchsglas verlangt. Aber man fühlt sich angesichts der merkwürdigen hunderterlei Formen und der schwankenden, stöchiometrischen Gesetzen abgewandten Zusammensetzung der Tektite versucht, besonders die Queenstownite für mögliche Nebenprodukte irgendeines Schmelzprozesses zu halten. Zur Garmachung von Schmelzen wird ja heute noch „Sand“ als Zusatz verwendet. Vergleicht man die Zusammensetzung von Sandsteinen mit den Tektitanalysen, so zeigt sich innerhalb der erlaubten Grenzen zwischen beiden

[1] Fortschr. d. Min., Krist. u. Petrogr., herausgeg. i. Auftrage d. Deutsch. Min. Ges. von G. Linck. 5. Jena 1916. p. 288.

[2] Mitt. d. Geol. Ges. in Wien. 7. 1914. p. 51—121.

Reihen eine verwandte Zusammensetzung und lassen sich beiderlei Analysen widerspruchslos in Parallele stellen. Damit würden die Tektitanalysen den Ausdruck eines mechanisch gemengten, in Schmelze verwandelten Zufallsgebildes wiedergeben. Es erscheint mir nicht aussichtslos, im Verfolge dieser Betrachtungsweise manche „Zwangsvorstellungen“ in der bisherigen Deutung der Tektite zu beseitigen und einen glatten Zusammenhang zwischen dem äußeren und inneren Wesen der „Tektitgläser“ herzustellen.“

Der Wortlaut der vorstehenden Notiz bezeugt, daß er als eine Anregung dazu gedacht war, es mögen die Queenstownite und in zweiter Linie die Australite nach einer bisher nicht betretenen Richtung hin, nämlich von Urgeschichtsforschern einer fachmännischen Prüfung zugeführt werden, von deren Untersuchungsergebnis ich einen förderlichen Beitrag zur Lösung des Tektitproblems erwarte.

Ich mache dann die positive Angabe, daß die chemische Zusammensetzung der Queenstownitschlacken mit Analysen von Sanden, beziehungsweise Sandsteinen sich in Vergleich bringen lasse, woraus man dann schließen dürfe, daß zu irgendwelchen Schmelzen verwendeter Sand als schlackiges Nebenprodukt abgefallen sei.

Prof. Suess hat nun meine eng umschriebene Anregung zu einer auf historischer Grundlage zu führenden Spezialuntersuchung der Queenstownite und der Australite mehr als einen Breitangriff auf die kosmische Herkunft der Tektite empfunden, denn er hat meine Notiz mit einer Art Generalverteidigungsschrift seiner Tektittheorie beantwortet, worin er die „alten Gründe z. T. in vervollständigter und, wie er glaubt, in verbesserter Fassung“ zusammengestellt hat [1]. In seinen Ausführungen sucht er zu zeigen, daß ich die „Eigenschaften der Tektite nicht richtig gekennzeichnet habe“, er entrüstet sich über das Ausrufungszeichen hinter dem Satz: „Der Kieselsäuregehalt der Tektite schwankt demnach zwischen 69 und 89 %!“, und findet es ferner verwunderlich, daß ich von einer „schwankenden Zusammensetzung der Tektite spreche“, wo das genaue Gegenteil aus den Analysen zu ersehen sei. Meiner Bemerkung, „es wären die Queenstownite für mögliche Produkte irgend eines Schmelzprozesses zu halten“ und Tektitanalysen mit Sandsteinanalysen in Vergleich zu bringen, wird in der Verteidigungsschrift, ganz gegen mein Erwarten, keine Erwähnung getan.

In einem Vortrage über „Oberflächenstudien an Meteoriten“ [2] habe ich in einer Gegenüberstellung der Gestalten und Oberflächenerscheinungen an den echten Meteoriten und der Moldavite zur Tektitfrage Stellung genommen. Da sich seither in meinen Anschauungen nichts geändert hat, verweise ich auf die dort auf-

---

[1] Dies. Centralbl., Jahrg. 1916. No. 24. p. 569—578.

[2] Tschermak's Min.-petr. Mitt. **29**. 1910. p. 153—168.

geführten maßgebenden Unterschiede in den Formen und Oberflächenerscheinungen zwischen den echten Meteoriten und den Tektiten.

Hier muß ich mich jedoch zu einer kurzen Erwiderung der Auslassungen von Prof. Suess entschließen, um seine mißverständliche Deutung meiner Bemerkungen über die chemischen Beziehungen der Tektitgruppen zu einander zu beseitigen.

Mein Satz „Der Kieselsäuregehalt der Tektite schwankt demnach zwischen 69 und 89 %!" und meine Erwähnung von der „schwankenden stöchiometrischen Gesetzen abgewandten Zusammensetzung der Tektite" stützen sich auf das Mißverhältnis, das zwischen der Zusammensetzung der Moldavite, Billitonite und Australite einerseits und den Queenstowniten andererseits besteht. Ein Gestein, das an 90 % Kieselsäure enthält, muß als ein Quarzgestein angesprochen werden. Die Umschau nach einem ähnlichen hochsauren irdischen Eruptivgestein versagt, denn selbst die allersauersten Glieder eines granitischen Magmas (Granit, Quarzporphyr, Liparit) steigen über einen Prozentgehalt von 77 % Kieselsäure nicht hinaus. Da schon in unserm verhältnismäßig sauerstoffreichen Planeten keine solch übersauren, den Queenstowniten gleichenden magmatischen Schmelzflüsse auftreten, so müssen wir unter den auch von Suess zugegebenen Voraussetzungen, daß die Tektite aus gleicher Quelle wie die echten Meteoriten stammen, unsere Erwartungen auf solche hochsaure meteorische Gesteine tief herabdrücken. Wahl [1] hat unter Benützung der Bildungswärme der Oxyde eine Reihe des Oxydationsgrades der Elemente in den Meteoriten aufgestellt. In der folgenden Reihe würde jedes nachstehende Element mit geringerer Bildungswärme eher reduziert als das vorstehende. Die Reihe der betreffenden Elemente, auf die es ankommt, ist folgende: Mg, Ca, Al_2, Na_2, K_2, Mn, Si, C, Fe, Co, Ni, Cu_2. Darnach wären die irdischen Magmen bis über das Eisen hinaus und die Steinmeteoriten bis an das Eisen oxydiert. Da uns in den Steinmeteoriten nur basisches bis ultrabasisches Gesteinsmaterial bisher zugekommen ist, verbietet uns die Vorsicht ohne alles Erscheinen irgendwelcher Übergänge ein Vorkommen eines magmatischen 90 %igen Kieselsäuregesteins unter dem als normal bekannten Meteoritenmaterial vorauszusetzen. Selbst wenn wir uns eine saure Geisteinshülle, gleich der auf unserer Erde um den basischen Kern des betreffenden Weltkörpers gelegt denken, so besteht bei der herrschenden Sauerstoffarmut, die auf dem zertrümmerten Weltkörper in noch größerem Maße als auf unserer Erde bestanden hat, so gut wie gar keine Aussicht auf die Entstehung hochkieselsaurer Gesteine. Anderseits ist es ganz und gar unbegründet, auf einem kleineren vulkanischen Weltkörper Ab-

[1] Zeitschr. f. anorgan. Chem. **69**. 1911. p. 69.

lagerungen von Sanden, Sandsteinen oder Quarziten auch nur für möglich zu halten. Wir müssen also bei der Suche nach dem Herkommen des Tektitmaterials auf unserer Erde bleiben und auf ihr, wo wir uns besser auskennen als auf den Sternen, Umschau halten nach jenen Gesteinen, welche mit einer vielgradigen Wahrscheinlichkeit den Queenstowniten an die Seite gestellt werden können. Zu einer solchen Betrachtung können nur Quarzsande, Sandsteine und Quarzite herangezogen werden.

Wir wollen zunächst die beiden Queenstownitanalysen mit der chemischen Zusammensetzung von Sandsteinen in Vergleich stellen. Eine sehr große Auswahl von Sandsteinanalysen steht uns nicht zur Verfügung. Ich habe aber doch aus einer größeren Zahl von Analysen so viel entnehmen können, daß sie an Kalk und Magnesia sehr arm (Carbonate sind hiebei ausgeschieden) oder davon auch ganz frei sind und von den Alkalien das Kali mit einer ziemlichen Beständigkeit vorherrscht. Ganz dasselbe Verhältnis besteht bei den Queenstowniten. Zur Gewinnung einer deutlichen Übersicht über beiderlei Analysen wähle ich zwei Analysen von mittlerem Buntsandstein Deutschlands herstammend [1]: 1. Vom Mosesbrunnen (Murgbrunnen), 2. Unterer Sand (Buhlbach), 3. und 4. gibt die Zusammensetzung der Queenstownite nach E. Ludwig:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	Glühverlust	Summe
1.	90,00	5,60	0,74	—	0,14	0,12	0,40	2,20	—	0,60	99,80
2.	88,55	6,45	0,85	—	0,23	0,25	1,02	1,68	—	0,95	99,98
3.	88,76	6,12	—	1,23	0,57	0,17	0,13	1,36	1,24	—	99,61
4.	89,81	6,21	0,26	0,89	0,73	—	0,01	1,05	0,86	—	99,82

Das Zusammenstimmen der Queenstownit- und Sandsteinanalysen ist zwar kein absoluter Beweis für die Abstammung des Queenstownitglases von Quarzsanden, da wir ja wissen, daß Absatzgesteine des öfteren zufällig mit der chemischen Zusammensetzung von Eruptivgesteinen übereinstimmen. Der Gedanke an die Möglichkeit auf gleiches Material erhält jedoch immerhin eine starke Bekräftigung, hier noch um so mehr, als wir ja ein solch saueres Eruptivgestein bis jetzt nicht kennen und voraussichtlich auch nicht zu erwarten haben.

In erschwerender Weise beeinflußt auch der amorphglasige Zustand der Tektite überhaupt die Deutung ihrer chemischen Zusammensetzung. In diesem Falle scheint mir nun die körperliche Beschaffenheit der Queenstownitgläser jene genügende Stütze zur Schöpfung eines sicheren Urteils zu bieten, nach welchem die

[1] Blanck, Petrographie der Bodenverhältnisse der Buntsandsteinformation Deutschlands. Württ. Jahresh. 1910. p. 477.

Queenstownite stofflich tatsächlich von einem der oben genannten Quarzgesteine herzuleiten sind.

Der Freundschaft von Prof. Suess verdanke ich den Augenschein aller in seinem Besitze befindlichen Queenstownitproben. Außer mir haben auch andere, vor allem auch die Finder, die Queenstownite als ein im Feldfeuer geschmolzenes Glas, d. i. als Schlacke, angesehen. Sämtliche Proben mit allen ihren Abarten geben eine reiche Musterkarte zähflüssiger Quarzschlacken. Erst ihre Einreihung unter die Tektite hat sie in eine, ihnen nicht zukommende Gesellschaft versetzt. Die genaue Beschreibung der Queenstownitformen und ihrer Eigenheiten und ihre Abbildungen sind bei Suess in seiner Rückschau usw. einzusehen. Nach Suess wären dann alle Queenstownite durch Aufweichung in der Atmosphäre ausgeformte schlackenähnliche Glasfetzen. Die Erfahrungen an den echten Meteoriten sprechen dagegen, daß ein schwer schmelzbares Tektitglas binnen einer Flugdauer bis zu höchstens 4 Sekunden in der Atmosphäre in einen zähflüssigen Zustand gerate. Mittelst Bestimmung der spezifischen Wärme, der Konstante der Wärmeleitungsfähigkeit und der Dichte des Tektitglases könnte hierüber eine nähere Aufklärung erbracht werden. Aufweichungen oder Aufschmelzungen sind selbst an den leichter als die Tektite schmelzbaren Meteoritengemengteilen niemals vorgekommen. Veränderungen spielen sich immer nur an der alleräußersten Oberfläche ab und auch bei den Eisenklumpen wirkt die Hitze nur auf wenige Millimeter nach innen, wobei aber auch diese erhitzte Zone ihren festen Zustand behält.

Die chemische Zusammensetzung und alle morphologischen Eigenschaften der Queenstownite befürworten deren Abstammung von einem der genannten Quarzgesteine, das auf künstlichem Wege, wahrscheinlich bei irgend einem Schmelzprozeß, als schlackiges Nebenprodukt abgefallen ist.

Die Berichte von Loftus Hill und Twelvetrees über die Entdeckung und das Vorkommen der Queenstownitschlacken stärken weiterhin meine Meinung von ihrer künstlichen Entstehung und scheinen mir alle diesbezüglichen Zweifel zu beheben.

Die Queenstownite werden auf jeder Seite des Mt. Darwin auf Tasmanien gefunden, auf der östlichen Seite verteilt in einem $\frac{1}{4}$ englische Meile breiten Streifen, gelegen zwischen 400—1240 englische Fuß Seehöhe. Oberhalb der oberen und unterhalb der unteren Kote wird kein Glas gefunden. Außer auf dem „Ten Mile Hill“ auf der östlichen Seite werden die Schlacken mit Unterbrechungen am Mt. Jukes und Darwin, westlich des Mt. Sorell und in Flannagan's Flat westlich des Mt. Darwin gefunden. Höchst bedeutsam erscheint mir dann die Mitteilung, daß auf der östlichen Seite des Mt. Darwin Kupferschmelzwerke bestanden haben. Am „Ten Mile Hill“ liegen die Schlackengläser auf einem

Untergrund von Quarzit oder Sandstein von der „West Coast Range Conglomerate Series". In geradezu zielsicherer Wegrichtung führt die Erforschung der Fundverhältnisse zu dem gesuchten Ausgangsmaterial der Queenstownite. In welcher Form und Absicht der Quarzit oder Sandstein bei den am Mt. Darwin stattgefundenen Kupferschmelzen verwendet worden ist, können wir nicht untersuchen. Wir müssen aber dessen Verwendung notgedrungen annehmen, da ja als Zeuge dessen die unverwüstlichen quarzigen Schlacken erhalten geblieben sind. Die zu erwartenden Einwendungen, als sei es in jüngeren oder ganz frühen Zeiten unmöglich gewesen, einen Hitzegrad zur Schmelzung von Sand zu erzeugen, halte ich nicht für berechtigt. In einem Tiegel wird der Sand gewiß nicht zur Schmelze angesetzt worden sein. Als pulveriges Garmittel in Metallschmelzen wird er aber wohl in Fluß gekommen sein, um nachher in Schlacken abgeschieden zu werden. Die ersten Eisenerzeuger in unseren Alpen haben das erste Eisen am freien Feldfeuer und auch den ersten Stahl, allerdings einen schlechten, auf diesem Wege hergestellt. Zur Zeit der Herbstwinde legten auf der Windseite einer Wasserscheide die alten Eisenschmelzer ihre Feuergruben eine an der andern an, und wenn der Wind anhub, zündeten sie das Feuer an und schmolzen in dem vom Winde angeblasenen Feuer ihre Erze. Manche Schlacken, die auf unseren Bergen gefunden werden, mögen von solchen einstigen Feuerherden herrühren.

Die Vorstellung von dem Meteoritenkranz, der in bestimmter Seehöhe auf einem abgegrenzten Streifen mit Unterbrechungen rundum am Abhang sich dem Mt. Darwin aufgesetzt haben soll, kann nach den festgestellten Tatsachen keiner ernsten Behandlung mehr unterzogen werden.

Prof. Suess hat den störenden Unterschied im Kalkgehalt zwischen den Queenstowniten und den übrigen Tektiten lebhaft empfunden. Er hat sich aber nicht entschließen können, die nötigen Folgerungen aus den Tatsachen zu ziehen und seine Entscheidung zugunsten der kosmischen Abstammung der Queenstownite getroffen. Nebenher sei bemerkt, daß Suess die vollkommene Reinheit des Glases in den Moldaviten, Billitoniten und Australiten als Beweis dafür führt, daß ein solches an Trübungen oder schlackigen Unreinigkeiten freies Glas niemals ein Nebenprodukt eines Schmelzprozesses sein kann. Bei dieser Schlußfolgerung müßte Suess die Queenstownite als wirkliche Schlacke anerkennen. Die Abscheidung der Queenstownite von den früher aufgestellten drei Tektitgruppen erscheint mir heute als eine unausweichliche Forderung.

Mit dieser kurzen Darstellung wäre die mißverständliche Beanstandung des Ausrufungszeichens und der Bemerkung über die „schwankende Zusammensetzung" der Tektite genügend aufgeklärt.

Das Material der Queenstownite gehört einem andern Gesteinskreise an, als jenes der Moldavite, Australite und Billitonite, über deren Zusammengehörigkeit und deren erlaubtes Maß im Schwanken des Kieselsäuregehaltes innerhalb jeder einzelnen Gruppe ich auch in meiner Notiz nichts Gegensätzliches vorgebracht und auch jetzt nichts vorzubringen habe. Es ist somit vom Inhalt meiner ersten Mitteilung nichts wegzunehmen oder daran zu ändern.

Außer den Queenstowniten habe ich auch die Australite der Aufmerksamkeit urgeschichtlicher Forschung empfohlen, weil die Australite in viel höherem Grade als die Queenstownite eine gewollt künstliche Tracht an sich tragen. Ich muß darum auch über die Australite einige Bemerkungen machen.

Alle echten Meteoriten sind Bruchstücke. Kein Australit hat die Gestalt eines Bruchstückes. Das ist sehr auffällig. Dieser Mangel scheint mir schon an sich ernste Bedenken gegen die meteorische Abkunft dieser eigenartig geformten Körper wachzurufen.

Von dem Tage an, wo ich zum erstenmal Australite zu sehen bekam, ist mir der starke Eindruck überkommen, daß diese figuralen Objekte „Artefakte“ sind, um einen in der Urgeschichte üblichen Ausdruck zu gebrauchen. Die Zuteilung der Australite an ethnographische oder besser prähistorische Sammlungen hätte den Australiten eine stiefmütterliche Behandlung erspart, wie eine solche ihnen von den Mineralogen notwendigerweise erwiesen werden muß. Die Zuweisung der Australite als meteorische Körper an die mineralogisch-petrographischen Sammlungen ist auch tatsächlich nur auf Grundlage von Spekulationen der Geologen erfolgt, wobei lauter negative Gründe bestimmend mitwirkten. Erst später hat dann Suess eine wissenschaftliche Beweisführung auf „Glasmeteoriten“ angetreten. Hätten z. B. die Oberflächen der Moldavite einen den Meteoriten ähnlichen Charakter, so hätten Partsch, Haidinger, Reichenbach, Tschermak nach meinem Dafürhalten diesen an den in Wiener Sammlungen liegenden „Bouteillensteinen“ gewiß nicht übersehen.

Gestaltlich unterscheiden sich nun die Australite außerordentlich scharf von den Moldaviten und den Billitoniten und haben mit diesen gar keine gemeinsamen äußerlichen Merkmale. Bestimmend für die Vereinigung mit den beiden letzteren ist offenbar die verwandte chemische Zusammensetzung gewesen.

Wer über keinen Australiten verfügt, betrachte die Abbildungen einiger Stücke derselben in Suess, Rückschau etc. Taf. I Fig. 1 und 2, ebenso in Suess, Herkunft der Moldavite etc.[1] p. 331, 333 und jene der Hohlkugeln p. 335 und Taf. XVIII, 1. Die einzige all-

[1] Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien. 50. 1900. p. 193—381.

gemeine äußere Eigenschaft aller dieser vielgestaltigen Formen ist ihre glatte Oberfläche, die dann wieder matt ist oder lackartigen Glanz trägt. Die als „sanduhrförmig“ bezeichneten und sehr häufigen Formen werden von SUESS als Rotationskörper angesehen, die sich, wenn ich recht verstehe, ähnlich den Propellern eines Flugzeuges durch die Luft bewegt haben. Das ursprünglich vorausgesetzte Meteoritenbruchstück hat sich dann trotz des kurzen Fluges in der Atmosphäre nicht nur aufgeweicht und aufgeschmolzen, sondern auch Zeit gefunden, sich zu allerlei regelmäßigen und symmetrischen Figuren, also auch zu „sanduhrförmigen Gestalten“ umzuformen. Die beiden dicken Enden der letzteren strebten schließlich auseinander und es bildete sich in der Mitte eine Einschnürung, der Abschleuderungspunkt. SUESS stellt uns diese von den Australiern auch „Glockenschwengel“ genannte Form als „Jacobisches Ellipsoid“, also als Modell für die Entstehung eines Doppelsternes vor.

Es ist ferner bemerkenswert und auffällig, daß die „Sanduhrformen“ in zweierlei Arten sich bilden. Legt man die beiderlei „Sanduhrformen“ der Länge nach vor sich auf den Tisch, so sind bei der einen Art die beiden Hälften oben und unten gleich, also nach ihrer größten Breite symmetrisch gebildet. In der Rundiste, wo die beiden Hälften zusammenstoßen, zieht sich eine Naht hin, die wir für eine durch Pressung entstandene Gußnaht halten müssen. Die andern bestehen aus zwei ungleichen Hälften und sind demnach unsymmetrisch gebaut (siehe SUESS, Rückschau etc. Taf. 2 b.)

Auf keiner dieser „Sanduhrformen“ habe ich bemerkt, daß diese als Rotationskörper gedachten Formen durch das Vortreiben in der Luft windschief gedreht worden wären oder dieser Bewegung angepaßte Oberflächenzeichnungen angenommen hätten, was ja bei ihrem erweichten Zustande hätte geschehen müssen.

Merkwürdig sind auch die als Knöpfe bezeichneten Formen, deren eine Art in SUESS' Rückschau Taf. I Fig. 1 a—e abgebildet ist. In Fig. 1 c sehen wir in der Mitte eine ideale Halbkugel, wie sie von einer entsprechenden Hohlstanze herausgepreßt sein könnte. Am Rande ist sie umgeben von einer haarscharf begrenzten Rinne, aus der durch den Druck ein sich nach außen aufstülpender Wulst aufsteigt. Dieser ist wieder von einer flachen Rinne umgeben, zu der ein dicker Wulst in lappiger Form von der Vorderseite des Knopfes herübergestaut ist. Auf der Vorderseite, nach meiner Ansicht richtiger Oberseite, läuft im Schneckengang eine Linie von der Mitte oben bis zum Rande. Nach der Glasmeteoritentheorie ist diese Schneckenlinie oder Spirale, wie sie SUESS nennt, eine Stauwelle der oberflächlichen Abschmelzung. Der schmale Schneckenwulst ist nach beiden Abfallseiten ganz gleichmäßig symmetrisch gebaut. Ein Schmelzwulst müßte in diesem Falle auf der Vorderseite des Meteoriten einseitig gebaut und nach der Abströmungs-

seite, also gegen den Rand fließende Bewegung andeuten. Wäre diese Vorderseite einer Abschmelzung ausgesetzt gewesen, so wäre erfahrungsgemäß wie auf den echten Meteoriten nicht eine bei diesen nicht vorkommende „spiralige“, sondern radial-strahlige Abströmung zu erwarten. Ich halte dafür, daß diese Spirale durch eine schraubenartig sich bewegende scheuernde Pressung entstand.

Die im Bilde veranschaulichten Oberflächenteile machen den Eindruck einer auf künstlichem Wege hervorgebrachten Pressung an dem erweichten, bezw. in Abkühlung begriffenen Glaskörper.

Unter den vielen verschiedenen Formen der Australite machen nur kleine flachgedrückte Tropfen mit einem Läppchen an dem oberen Ende den Eindruck kleiner winziger Bomben, täuschend ähnlich kleinen basaltischen Lavabomben. Auch eine solche Form muß aber nicht notwendig meteorischer Natur sein.

Die in der mineralogischen Sammlung der Bergakademie Freiberg aufbewahrte Australit-Hohlkugel (siehe Suess, Herkunft der Moldavite. Taf. XVIII) habe ich auch in Augenschein genommen. Über den Vorgang bei ihrer Herstellung wage ich es nicht, ein entscheidendes Wort zu sagen. Ihre Aufblasung in der Atmosphäre kann aber aus den schon erwähnten Gründen wegen kaum zu erwartender Aufschmelzung nicht zugegeben werden. Bei einigem Vertrauen in die Kunst und Technik alter, auch prähistorischer Völker, wird man diese Hohlkugeln trotz ihres schwer schmelzbaren Materials als Menschenwerk ansehen dürfen. Gelingt es, den Spuren menschlicher Arbeit auch auf diesem Gebiete nachzugehen, werden befriedigende Aufklärungen früher oder später gewiß nicht ausbleiben.

Die Moldavite und Billitonite tragen nichts künstlich Ornamentales an sich wie die Australite. Man darf beiderlei Arten als mehr zufällige Gebilde ansehen, bei deren Formung keine bestimmte Absicht bestand. Es ist in diesem Rahmen kein Anlaß vorhanden, sie des näheren zu besprechen. (Siehe Berwerth's Oberflächenstudien a. a. O.)

Nur zu dem vereinzelten Vertreter der „Schonitgruppe“, gefunden am Hofe Kälna, Kirchspiel Starby in Schweden[1] möchte ich eine ergänzende Bemerkung machen. Nach einem mir zur Verfügung stehenden Modell ist dieses Glasstück ähnlich einem etwas verzerrten Viertelausschnitt eines Brotlaibes geformt. Die beiden Flächen, die den Schnittflächen im Brote entsprechen würden, sind eben, die obere Fläche ist stark gewölbt mit einer starken Rundung übergehend in die untere Fläche, die sich nach innen deutlich konkav aushöhlt und dadurch sich sehr scharf von den beiden andern ebenen Flächen unterscheidet. In der von Suess übernommenen Beschreibung des Stückes von Eichstädt ist angegeben, die Kanten seien durch

[1] E. Suess, Notizen über Tektite. Dies. Centralbl. Jahrg. 1909. No. 15. p. 462—464.

Abschmelzung abgestumpft und gerundet. Ein äußerst charakteristisches Merkmal an den Kanten wird nun nicht angegeben und scheinen es Eichstädt, als auch Suess übersehen zu haben. Nach dem Modell tragen sämtliche Kanten des Stückes an der Stelle, wo die Flächen normalerweise in einer scharfen Kante zusammenstoßen müßten, eine unscharfe Rinne. Diese Rinne könnte nach ihrer Beschaffenheit mit einem stumpfen Gegenstand in das noch weiche Glas hineingestrichen oder noch eher bei der Herstellung dieser Viertelhalbkugel hineingepreßt worden sein. Eine solche gekurvte Kannellierung der Kanten, bei der jetzt an Stelle jeder der Kanten zwei Kanten vorhanden sind, kann nicht durch Abschmelzung der Kanten erklärt werden. Es trägt also auch der „Schonit“ Merkmale künstlichen Erschaffens an sich. Die Herstellung einer Analyse wäre dringlich, um zu erfahren, ob überhaupt ein „Tektitglas“ vorliegt.

Ich muß aber jetzt an die Verfechter der kosmischen Abkommenschaft der Tektite folgende Frage stellen: Welche Ursachen bewirken es, daß chemisch-physikalisch ganz gleichartige Meteoritenglasblöcke unter sonst ganz gleichen Bedingungen in jedem Fallgebiete ganz verschiedenartige, in Form und Oberflächenerscheinungen miteinander gar nicht vergleichbare Meteoriten liefern?

Die echten Meteoriten, welche stofflich untereinander viel mehr verschieden sind als die Tektitgläser, fallen auf dem ganzen Erdenrund als Bruchstücke herunter, gleichgültig, ob Stein oder Eisen, versehen mit den gleichen Schmelzerscheinungen an der äußersten Oberfläche.

Bei den Tektiten ist das Verhältnis ganz umgekehrt. Man sollte bei ihnen doch erwarten, daß der gleiche Stoff Meteoriten gleicher Formenart liefert. Merkwürdigerweise ist dies aber nicht der Fall, denn jeder neue Tektitfall hat bisher immer eine neue, in ihren Gestalten ganz verschiedene Tektitgruppe geliefert. Hier steht man an der großen Kluft, welche sich zwischen den echten und und den angeblichen Glasmeteoriten auftut. Ich habe schon in meinem Vortrag erwähnt, daß die Gestalten und Oberflächen der Tektite eine „Lokalfärbung“ verspüren lassen, da jede Gruppe ihre eigenen Gestalten und Oberflächenmerkmale besitzt. Eine kosmische Abstammung verlangt ganz entschieden eine einheitliche Ausgestaltung der Glasstücke.

Ich habe jetzt noch einige Gedanken über die Fundverhältnisse der Tektite vorzubringen. Bei den Queenstowniten, die ich nicht als Tektite ansehe, sind dieselben schon mitgeteilt worden. Bezüglich der Australite muß ich aus Suess, Rückschau etc. p. 59 folgenden zitierten Satz herausheben: „Nach Petterd werden Australite nicht selten in Nestern zu größerer Zahl (17—50) von verschiedener Gestalt und Größe vereinigt aufgefunden.“ Bei einem normalen Meteoritenregen wird stets die große Zerstreuung geschil-

dert, in der die Steine niederfallen, so daß kaum je 2 Stücke eng aneinander zu liegen kommen. Aus den großen meteorischen „Glasschauern", wie EDUARD SUESS Vater die Tektitregen in seinen Vorlesungen zu benennen pflegte, sollen sich aus dem Schauer der Australite kleinere, unglaublich dicht gescharte Schwärme losgelöst haben, welche wie die Eier einer Henne sich zu 17—50 Stück in einem Neste zusammengelegt haben. Ein solcher Vorgang widerspricht allen natürlichen Bedingungen, unter denen ein Meteoritenregen vor sich geht. Da PETTERD berichtet, daß derartige Anhäufungen in Nestern gar nicht selten, also bei den Australiten eine gewöhnliche Erscheinung sind, so kann von einer Täuschung keine Rede sein. Ob in diesen Nestern nicht vielleicht Spuren von Asche oder Kohle vorhanden sind, wäre jedenfalls nachzuprüfen oder in Zukunft eine solche Prüfung nicht zu unterlassen. Ich neige mit meiner Meinung über die Australitnester nämlich zu der Ansicht, daß in denselben Spuren alter Arbeitsstätten oder Feuerherde einer frühzeitigen Kultur vorliegen. Man darf diese Kulturspuren mit einiger Berechtigung in eine Zeit zurückverlegen, wo die Menschen begonnen haben, nach Gold zu suchen. Das Schicksal der Australite scheint mir nämlich mit dem Golde verflochten zu sein. Die Finder berichten übereinstimmend, daß die Australitgläser am häufigsten auf den australischen Goldfeldern und auf Tasmania außer in Gold- auch in Zinnseifen gefunden werden. Diese Verknüpfung der Australite mit den Gold- und Zinnfeldern regt nun wieder die Frage nach der Zusammensetzung des Bodens an, auf dem die Australite gefunden werden. Auf p. 238 in Herkunft der Moldavite etc. läßt SUESS in einer unauffälligen Weise den Satz einfließen, daß „die chemische Zusammensetzung der Billitonitkugeln ebenso wie die der Moldavite etwa der eines granitischen Magmas entsprechen". Diese Ansicht von SUESS mache ich zu der meinigen, nur will ich daraus eine ganz andere Nutzanwendung ziehen. In den Kreis der Billitonite und Moldavite sind ja auch die Australite einzubeziehen. Ich will nun gar nicht den Beweis antreten, daß die Haupttektitarten in ihrer Zusammensetzung mit Graniten, Gneisen oder Granuliten übereinstimmen. Die Australitanalyse No. 8 in SUESS, Rückschau etc. p. 86 mit 69,80 % Kieselsäure stimmt vorzüglich mit einer Granititanalyse aus dem Distrikt Columbia, Ver. Staaten (siehe ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 79). Australitanalysen lassen sich aber auch mit Sandsteinanalysen vergleichen, z. B. die Analyse No. 3 in SUESS, Rückschau etc. p. 86 mit 77,72 % Kieselsäure mit der Analyse des untern Buntsandsteins von Aue in Niederhessen (siehe BLANCK, Württ. Jahresh. 1910. p. 452).

Ich will mit diesen Vergleichen nur scheinbar unstimmiger Analysen mir ein Zeugnis verschaffen, daß ich nicht zu Unrecht von „Zufallsgebilden" in meiner ersten Notiz gesprochen habe. Es kann also die Zusammensetzung eines Australitglases gelegentlich

mit einem Granit und ein andermal mit einem Sandstein übereinstimmen. Beiderlei Analysen erfüllen mir in diesem Fall denselben Dienst. Der Sand, aus dem ich mir die Australite erzeugt denke, kann einmal mehr granitischer Grus und dann wieder ein mehr reiner Quarzsand gewesen sein. Das angegebene Verhalten der Analysen scheint mir nun für die Tektitfrage eine durchaus nicht auf Zufälligkeiten beruhende Bedeutung zu gewinnen, denn wir finden, daß der Bodengrund der Lagerstätten der Moldavite (Granite, Granulite), der Billitonite (Seifen von Gold und Zinn, beide Minerale des Granites) und der Australite (ebenfalls Goldseifen, und auf Gebieten von Goldquarzgängen Hornblendegranit, Glimmerschiefer, Quarzite, arkoseartige Sandsteine, Grauwacken, Sandstein, Tonschiefer u. a. Sedimente und auf Tasmanien auch Zinnseifen) mit Einschränkung bei den Australiten in ihrem Untergrunde granitisch-gneisige Gesteine mit ihrem Verwitterungsmaterial sind, also Gesteinsmaterialien, deren Zusammensetzung mit jener der Tektite in durchaus naher Verwandtschaft steht. Mag es Zufall sein, daß die Veränderlichkeit gerade in den Analysen der Australite mit dem Wechsel der Gesteine in den australischen Goldgebieten zusammenfällt? Jedenfalls kann man sich damit begnügen, daß zwischen der Zusammensetzung der Goldböden und der Australite kein Widerspruch besteht.

Ich kann aus diesem Zusammentreffen der chemischen Verwandtschaft zwischen Tektiten und Materialien ihres Fundbodens mir nur die Meinung bilden, daß die Tektite selbst aus Material des Bodens, auf dem sie gefunden werden, hergestellt sind. Es wäre damit auch für die von Suess bezweifelte Fähigkeit des primitiven Menschen, „gerade diese und immer nur diese eigenartige chemische Mischung herzustellen“, ein natürlicher Untergrund geschaffen.

In dieser Auffassung muß sich das Tektitproblem aus einem naturwissenschaftlichen zu einem historischen Problem wandeln. Wird der geschichtliche Hintergrund, auf dem sich gegenwärtig das Bild der Tektite nur in wenig scharfen Umrissen abzeichnet, in späterer Zeit durch historische Forschungen mehr und mehr erhellt, so werden die vielerlei, jetzt als rätselhafte Dinge angesehenen Tektitgestalten durch neu erbrachte Tatsachen schließlich auch von Zweiflern als Kunstprodukte anerkannt und als einzige Überreste versunkener Kulturen geschätzt werden. Zu zweimalen sind Moldavite auf prähistorischen Stätten gefunden worden. Im Löß von Willendorf an der Donau in Niederösterreich wurden drei winzige Splitterchen und bei Oslavan in Mähren ein zerkackter und ein „Geschiebe“ von Moldavit gefunden. Beidemal lassen sich die Funde nicht für ortszuständige Erzeugung verwenden, da wir in beiden aus den nahe gelegenen Moldavitlagerstätten zugeschleppte Moldavite vermuten müssen. Der prähistorischen Lagerstätte von Willendorf

wird mindestens ein Alter von 20000 Jahren zugeschrieben. Es ist daher jedenfalls wichtig, zu wissen, daß der Moldavit zu dieser Zeit schon vorhanden gewesen ist.

Von den zu erwartenden Einwendungen, daß vor 400 Jahren das Feuer in Australien noch nicht bekannt gewesen sei (wofür eine Bestätigung nicht vorzuliegen scheint) und in den menschlichen Urzeiten die nötige Hitze zur Herstellung der Tektitgläser nicht herstellbar gewesen sei, darf man sich jedoch nicht beirren lassen.

Wir dürfen jedenfalls die Gebundenheit der Tektite an Gold- und Zinnreviere (von Moldaviten nur bei Trebitsch bekannt) zu diesen in abhängige Verbindung bringen. Folgender von K. L. Reichenbach niedergeschriebene Satz tritt mir hiebei immer wieder in die Erinnerung: „Wenn bei einem Schmied das Feuer trocken geht, so wirft er etwas Quarzsand hinein und macht Saft in seiner Sprache.“ Ob prähistorische oder zeitlich alte Siedler ähnliches getan haben, können wir nicht wissen, aber rechtens vermuten. Bei den sicherlich nicht sehr alten Queenstowniten ist es gewiß geschehen, denn hier haben wir die echten Schlackenformen vor uns, wie sie bei Metallschmelzen abzufallen pflegen.

Bei den echten Tektiten vermissen wir die Merkmale echter schlackiger Produkte, und ich möchte darum ihre Entstehung nicht unbedingt aus einer Metallschmelze hervorgehen lassen. Die Moldavite, Billitonite und am ausgeprägtesten die Australite tragen alle Anzeichen eines gleichen, ihretwegen aber unter verschiedenen Verhältnissen unternommenen Verfahrens an sich. Im Zusammenhang mit oder veranlaßt durch den Verhüttungsprozeß der Erze kann ihre Herstellung immerhin gestanden sein, wie sollten wir es uns sonst erklären, daß ihre Funde sich auf Gold- und Zinnseifen verdichten. Ganz indirekt kann die Klugheit und Findigkeit der Metallschmelzer zufällig zur Erzeugung des harten Glases geführt haben. Jedenfalls treten uns die Tektite als die ältesten Glaserzeugnisse in der Menschengeschichte entgegen.

Zur Beantwortung der Frage, wie und zu welchem Zweck die Tektite hergestellt wurden, reicht unsere heutige Erfahrung nicht aus. Ein solcher Versuch führt die Untersuchung naturnotwendigerweise auf transzendentes Gebiet. Aus diesem letzten Grunde bin ich der Besprechung der Tektitfrage bisher absichtlich ausgewichen. Streitbare Auseinandersetzungen nehmen letzten Endes einen dogmatischen Charakter an, der durch neue Behauptungen nur verschärft wird, während er doch nur durch zu erhoffende neue Erfahrungen beseitigt werden kann. Für die historische Behandlung des Tektitproblems scheint mir noch die orographische Lage der Tektitfundstätten, unabhängig von der schon besprochenen Bodenzusammensetzung, einen wichtigen Beitrag zu bieten, den ich geradezu als einen Wegweiser für die irdische Abkunft der Tektite aufstellen möchte.

Prof. Suess berichtet: Das südliche Böhmen, wo die Moldavite gefunden werden, ist ein Plateauland mit tief eingeschnittenen Tälern. Er teilt dann ferner mit, daß die Moldavite noch niemals in einem Flußtale, sondern immer nur auf den über der Talsohle gelegenen Höhen gefunden worden sind. Auch Dvorsky schreibt über die auf der Fundstätte am Iglawaflusse bei Trebitsch abgesetzten Moldavitgerölle, daß sie immer auf dem hügeligen Plateau in Höhen von 50—100 m über der heutigen Talsohle des Flußbettes, niemals aber sich in der Talsohle selbst vorfinden.

Über die Billitonite und Australite sind mir keine diesbezüglichen Mitteilungen bekannt geworden. Von den Queenstowniten habe ich schon berichtet, daß sich ihre Fundstellen in beträchtlicher Höhe am Fuße des Mt. Darwin befinden.

Aus diesen Mitteilungen über die Art der Ausstreuung einiger Gruppen der Tektite auf ihren Fundgebieten schöpfe ich neue, ganz bestimmte und für die zukünftige Forschung sehr nützliche Anregungen. Einen Meteoritenfall mit vielen Tausenden von Moldaviten bei Budweis und bei Trebitsch, dessen Stücke sich nur auf dem Plateau und einer Flußterrasse niederlassen und dabei den Flußtälern ausweichen, kann ich mir nicht vorstellen. Eine derartige Verteilung der Tektite auf ihren Fundgebieten muß unbedingt Erinnerungen auf urhistorische Siedlungen auslösen.

Nach Suess sind die moldavitführenden Schotter älter als das Auftreten des Menschen in Mitteleuropa. Es müßten dann die Flußtäler der in Betracht kommenden Hochflächen jünger, die Moldavite älter, also diese schon vor der Entstehung der Täler dagewesen sein. Mir scheint jedoch die Einstreuung der Moldavite in spättertiäre oder diluviale Schotter durchaus nicht das gleiche hohe Alter für die Moldavite zu bedingen. Die Moldavite können in viel späterer Zeit in die Schotter hineingeraten sein. Für die letztere Ansicht zeugt die meist unversehrte Erhaltung der feinen bis ganz zart zerhackten Moldavitoberfläche. Wie immer die Altersfrage von den Geologen entschieden werden möge, so bleibt die Bindung der Moldavite an Hochflächen und Terrassen unter allen Umständen bestehen, auf welchen Tatbestand ich die Urgeschichtsforscher ganz besonders hingewiesen haben möchte. Es ist ja heute allbekannt, daß die alten Ansiedlungen fast durchwegs auf Anhöhen oberhalb der damals versumpften Talböden angelegt waren.

Alle vorstehenden Ausführungen fußen auf Mitteilungen von Suess, welche in seinen beiden großen Publikationen über die „Herkunft der Moldavite“ und in „Rückschau und Neueres über die Tektite“ eingestreut sind, hier aber in den Vordergrund gerückt und dem Sinne nach zur Bewertung der Tektite als Kunstprodukte verwendet wurden.

Bei Zustimmung und weiterer Förderung des hier in aller Kürze skizzierten Versuchs, den Tektiten das stolze Anrecht auf

Menschenwerk zu wahren, scheint mir das Betreten des angegebenen Weges unserem Erkenntnisbedürfnis entgegenzukommen und vollen Erfolg zu verheißen. Meinem geschätzten Freunde Suess wird aber unter allen Umständen das große Verdienst um die mit so vieler wissenschaftlicher Begeisterung durchgeführte Untersuchung des „Tektit-Mysteriums" ungeschmälert erhalten bleiben.

Zur Abstammung des Elephas antiquus Falc.

Von **W. Soergel.**

Mit 3 Textfiguren.

(Schluß.)

2. Die intermediären Molaren und die Zähne von Perugia.

Seinen zweiten Abschnitt, der in der Hauptsache der Besprechung meiner intermediären Molaren, soweit sie abgebildet sind, und einiger von Bortolotti l. c. als *El. antiquus* abgebildeter Zähne von Perugia gewidmet ist, leitet Schlesinger mit einer Erörterung über die Mutations- und Variationsmerkmale des *El. trogontherii* ein. Einen breiten Raum beansprucht hier die Behandlung des Verschmelzungstyps, denn dieser mußte mit dem oben widerlegten Resultat Schlesinger'scher Bilderpaläontologie, daß in der Reihe *El. planifrons*—*El. meridionalis* der Mittelpfeiler im Abnehmen, die Seitenpfeiler im Zunehmen begriffen seien, in Einklang gebracht werden. Entsprach dieses Resultat den Tatsachen, so mußte diese Entwicklungstendenz auch in der Fortsetzung der genannten Stammreihe herrschend sein, es war für den direkten Nachkommen des *El. meridionalis* typus, den *El. trogontherii,* zu erwarten, daß „er den Verschmelzungstypus lat. lam. med. an. noch ausgesprochener an sich tragen" müßte als *El. meridionalis.* „Das ist," wie Schlesinger sich ausdrückt, ohne hier auf eine Statistik Wert zu legen, „nicht für alle Molaren der Fall, welche sonst in die Breite des *El. trogontherii* fallen, doch für etliche." Dieser den wahren Tatbestand völlig verschleiernde Ausdruck ist dahin zu berichtigen, daß die von Schlesinger's Standpunkt aus zu erwartende Verschmelzung lat. lam. med. an. bei *El. trogontherii* zu den allergrößten Seltenheiten gehört und unter 100 Zähnen etwa 1—2 mal beobachtet wird. Die Regel ist, daß gegenüber *El. meridionalis* stark reduzierte Lateralpfeiler und ein verstärkter Mittelpfeiler nach Einschmelzung der Mammillen den Verschmelzungstyp lat. an. med. lam. erkennen lassen, daß bei weiterer Abkauung die mediane Figur kleiner, die

lateralen größer werden, aber in der Mehrzahl aller Fälle die mediane Figur bis zur vollen Verschmelzung größer bleibt als jede laterale. Häufig werden die drei Figuren schließlich gleich groß, viel weniger häufig wird die mediane kleiner als jede laterale. Wiederholt erreicht die Reduktion der Lateralpfeiler das für *El. antiquus* charakteristische Extrem. Das bedeutet gegenüber *El. meridionalis* eine sehr beträchtliche Entwicklung gerade in entgegengesetzter Richtung, als sie Schlesinger auf Grund seiner Fehldeutungen bei *El. planifrons* und den darauf aufgebauten Folgerungen erwarten muß. Hier zeigt sich ebenso deutlich, wie bei einer Überprüfung des *Planifrons*-Materials die Unhaltbarkeit seiner These, daß im Gegensatz zu seiner Stammreihe *El. planifrons*—*El. antiquus* in der Reihe *El. planifrons*—*El. meridionalis*—*El. trogontherii* eine fortschreitende Reduktion des Mittelpfeilers stattgefunden hätte. Ganz sicher ist sich Schlesinger bei *El. trogontherii* seiner Sache wohl nicht gewesen, daß er auf jeden statistischen Nachweis seiner merkwürdigen Entwicklung verzichtete und nur in einer gezwungenen, ad hoc gefertigten Kombination den Unterschied zwischen den Tatsachen und den Forderungen seiner neuen Theorie zu verschleiern suchte. Wenn er schreibt: „Sind Soergel's Angaben richtig“ — in meinen Tabellen überwiegen lat. an. med. lam.-Verschmelzungen bei *El. trogontherii* bei weitem —, „dann bleibt nur die Annahme, daß die mitteldeutschen *Trogontherii*-Formen auf *Meridionalis*-Typen zurückgehen, welche den bei *El. planifrons* häufigeren Lamellenbau mit stärkeren Mittel- und schwächeren Seitenpfeilern beibehalten haben“, so ist dem außer vielem anderen entgegenzuhalten, daß stärkere Mittelpfeiler und schwächere Seitenpfeiler nicht nur die mitteldeutschen, sondern alle Formen des *El. trogontherii* zeigen, daß überall Zähne mit besonders schwachen Mittelpfeilern, wie sie nach Schlesinger die häufigsten sein müßten, die seltensten sind.

Bei diesem ganz klaren Verhältnis zwischen *El. meridionalis* und *El. trogontherii* kann ich mir eine weitere Besprechung von Schlesinger's merkwürdigen Kombinationen und Hilfshypothesen ersparen, die schließlich auf das Resultat hinauslaufen, daß der Verschmelzungstyp zur Feststellung intermediärer Formen wertlos sei.

Ebensowenig wird die Frage der intermediären Formen berührt durch die „Tatsache“, daß Zähne von *Mastodon angustidens* und *M. tapiroides* in einzelnen wenigen Fällen kaum zu unterscheiden sind. Es ist nicht statthaft, *Mastodon*-Molaren mit ihrer relativ geringeren Zahl verwertbarer Merkmale gleichzuwerten den *Elephas*-Zähnen mit einer viel größeren Zahl verwertbarer Merkmale. Umstände, die bei verschiedenen *Mastodon*-Arten Gleichheit oder große Ähnlichkeit im Molarenbau bedingen können, brauchen

an dem viel differenzierteren Gebiß zweier Elefantenarten noch längst nicht zu Molarenähnlichkeiten oder Gleichheiten zu führen.

In der folgenden Besprechung der von mir abgebildeten intermediären Molaren stellt Schlesinger mit Recht zwei Zähne von Mauer zu *El. trogontherii.* Diese Korrektur habe ich selbst schon 1914 [1] vorgenommen. In der Beurteilung aller übrigen Zähne kann ich Schlesinger nicht beistimmen. Da ich nicht alle Zähne hier ausführlich diskutieren kann, so greife ich beliebig Taf. II Fig. 4 und 5 heraus, den ich als *El. antiquus* var. *trogontherii,* Schlesinger als *El. antiquus* schlechthin bestimmte.

Nicht *antiquus*-artig ist an dem Zahn die geringe Zahnhöhe; gleich stark abgekaute Lamellen des *El. antiquus* typus gleichen geologischen Alters sind höher. Nicht *antiquus*-artig ist die relativ bedeutende Höhe der Lateralpfeiler. Wie Fig. 6 auf Taf. II (1912) und Fig. 1 dieser Abhandlung zeigen, ist für *El. antiquus* charakteristisch, daß die medianen Mammillen zu einer Figur verschmolzen sind, ehe die Lateralpfeiler angekaut werden oder doch bis zu Schmelzfiguren mit deutlichem Dentinkern angekaut sind. An unserem Zahn erfolgt die Abnutzung der Lateralpfeiler gleichzeitig mit derjenigen des mammillengespaltenen Medianpfeilers, sie sind also kräftiger. Nicht *antiquus*-artig im engeren Sinne ist schließlich die Abfolge der Schmelzfiguren und ihre Änderungen. Die hinteren Schmelzfiguren sind weniger *antiquus*-artig, erst die vorderen stark abgekauten gehen in reine Rhomben über. Dieses Verhalten trifft man bei *El. trogontherii* nicht selten. Taf. III Fig. 5 (1912) zeigt das für einen Zahn von Süßenborn sehr deutlich. Daß der Zahn engere Beziehungen zu *El. antiquus* als zu *El. trogontherii* hat, ist augenscheinlich, das drückte meine erste Bestimmung klar genug aus.

Ob man solche Molaren als intermediäre bezeichnet oder in den Kreis des *El. antiquus* hineinzieht, hängt selbstverständlich von dem Bild ab, das sich ein Autor von der Dentition des *El. antiquus* gemacht hat. Hat Schlesinger nach der Literatur ein anderes Bild von dieser Art gewonnen als ich auf Grund meiner Original- und Literaturstudien — und darauf deutet seine Bestimmung eines alten Mammutzahnes als *El. antiquus* 1912 ja direkt hin —, so kann er diese Zähne natürlich zu seinem *El. antiquus* stellen, und Formen, die ich als *El. trogontherii* var. *antiquus* bezeichnete, vielleicht zu *El. trogontherii* schlechthin. Dann muß er aber beide Arten so weit fassen, daß sich ihre Variationsbreiten stark überschneiden, und die Tatsache, daß eine scharfe Trennung beider Arten im älteren Diluvium nach der Dentition nicht möglich ist, bleibt nach wie

[1] W. Soergel, Die diluvialen Säugetiere Badens. I. Teil. Mitt. d. Großh. Bad. geol. Landesanstalt. 9. H. 1. 1914.

vor bestehen. Wohin man jeden Molar stellt, ist demgegenüber eine durchaus sekundäre Frage, die kein phylogenetisches, sondern nur museales Interesse besitzt.

Daß Schlesinger glaubt, die von mir als *El. antiquus* var. *trogontherii* bestimmten Zähne für *El. antiquus* typus halten zu müssen, beansprucht schließlich insofern ein psychologisches Interesse, als Autoren mit geringer Kenntnis von Originalmaterial in der Abgrenzung der Arten bekanntermaßen stets viel sicherer sind als Autoren, denen ein reiches Originalmaterial vorlag. Die Sicherheit Schlesinger's mag daher ihren wesentlichsten Grund darin haben, daß er weder von *El. antiquus* das Originalmaterial von Mauer, Mosbach, Steinheim, Weimar, Taubach, Ehringsdorf, Tonna etc., noch von *El. trogontherii* das Material von Mosbach, Süßenborn, Steinheim etc. oder ein entsprechend reiches Originalmaterial österreichischer Fundorte kennt und in seinen Studien auf Einzelzähne verschiedener Herkunft und auf die Literatur angewiesen ist. Die Stellung und Bedeutung meiner intermediären Molaren kann durch eine so schwach verankerte Kritik nicht beeinträchtigt werden.

Bei Besprechung der von Bortolotti l. c. veröffentlichten Zähne von Perugia verläßt Schlesinger nochmals den Boden sachlicher Diskussion. Er behauptet, ich hätte diese Zähne deshalb für „Zwischenformen zwischen *El. meridionalis* und *El. antiquus*“ gehalten, weil sie mit Zähnen des *El. meridionalis* zusammen gefunden worden wären, und charakterisiert diese meine „Feststellung“ als „ein Resulat der Ungenauigkeit“, mit der ich Bortolotti's Arbeit studiert hätte. In Wirklichkeit habe ich ein solches Nebeneinandergefundensein der Zähne nie behauptet, am allerwenigsten meine Ansicht über die *antiquus*-artigen Zähne auf eine solche Annahme gestützt.

Diese Mißdeutung der Tatsachen gelingt Schlesinger dadurch, daß er den ersten Satz der nach Inhalt und Art des Druckes unverkennbaren Schlußzusammenfassung eines Kapitels, in dem über *antiquus*-artige Zähne des *El. meridionalis* in Pohlig's, Weithofer's und Bortolotti's Arbeiten gehandelt wird, allein auf die zuletzt besprochenen Zähne von Perugia bezieht, daß er dem Worte ‚neben‘ die zeitliche Bedeutung, mit der es in stratigraphischen Erörterungen meistens und auch in meinen Darlegungen dem ganzen Inhalt nach angewandt wurde, einfach nimmt. Es kümmert Schlesinger bei seiner neuartigen Interpretation nicht, daß ich die von Bortolotti veröffentlichten Zähne des typischen *El. meridionalis* von unbekannter Herkunft in der Besprechung gar nicht erwähne oder den *antiquus*-artigen Formen gegenüberstelle. Ebensowenig berührt ihn die Tatsache, daß ich alle von Bortolotti in seiner Arbeit behandelten Arten einfach als aus dem Oberpliocän herstammend aufzähle, ohne von einem gemein-

samen Fundort zu sprechen, wie es die von Schlesinger mir unterstellte Ansicht verlangen müßte. Aber, der Zweck heiligt die Mittel.

In der Sache selbst versucht Schlesinger die Molaren von Perugia, die ich für eine *antiquus*-artige Varietät des *El. meridionalis* in Anspruch nehme, als Zwischenformen zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus*, und zwar Zwischenformen in seinem Sinne, hinzustellen. Zu diesem Zwecke betont er für verschiedene Merkmale eine Ähnlichkeit dieser Zähne mit solchen des *El. planifrons*, die in Wahrheit gar nicht vorhanden ist oder doch in höherem Maße mit *El. meridionalis* oder *El. antiquus* besteht. Zunächst besagt das Überragen der Schmelzfiguren über das Zement gar nichts. Das trifft man in solchem Maße sehr häufig auch bei *El. meridionalis*, häufig genug bei *El. antiquus* an. Bei einer als Vorfahrenform geltenden Varietät des *El. meridionalis* bietet dieses Merkmal gar nichts Besonderes. Zur Bewertung dieses Merkmals sei schließlich noch aufgeführt, daß Schlesinger bei einem alten als *El. antiquus* bestimmten Mammutzahn (vielleicht *El. primigenius trogontherii* oder *El. primigenius*) ein Überragen der Schmelzfiguren über das Zement bis zu 10 mm angibt. An 2 Zähnen von Perugia ist die Überhöhung keinesfalls beträchtlicher, nur an dem dritten deutlicher ausgeprägt.

Um die übrigen *Planifrons*-Merkmale steht es nicht besser. Bei dem M II max. (Taf. IV Fig. 2) heißt es: „Die Kauflächenform ist ursprünglich und erinnert an *El. planifrons*". Da die Kaufläche in die ovalen Formen gehört, die Kauflächen des *El. planifrons* nach Schlesinger aber „öfter das zur Bandform überleitende Rechteck" zeigen sollen, so ist im Rahmen der Schlesinger'schen Anschauungen der Vergleichspunkt des Zahnes von Perugia mit den Zähnen von *El. planifrons* recht unglücklich gewählt. In Wahrheit besagen derartige Kauflächenformen nichts und Schlesinger's Feststellung für eine *Planifrons*-Verwandtschaft des Zahnes ist ebenso nichtssagend wie etwa die folgende: Die Zusammensetzung des Zahnes aus Schmelz, Dentin und Zement erinnert an Zähne von *El. planifrons*.

Für einen MM I max. sollen Schmelzwellung und mediane Zipfelbildung, dazu die Abknickung der Schmelzfiguren auf einer Seite „geradezu *planifrons*-artig" sein. In Wirklichkeit steht die Schmelzfigur in allen wesentlichen Einzelheiten derjenigen einiger *Meridionalis*-Zähne viel näher als irgend einer unter dem abgebildeten *Planifrons*-Material. Das „*planifrons*-artige" Abknicken der Schmelzfigur schließlich ist bei *El. planifrons* sehr selten, stets nur an 1, höchstens 2 nacheinanderfolgenden Lamellen erkennbar und unter den insgesamt 6 Fällen nur einmal deutlich und unserem Zahn vergleichbar, in den übrigen 5 immer nur schwach oder kaum angedeutet. Niemals wie hier in einer

Flucht von mindestens 4 Lamellen. Alle anderen Elefanten — vielleicht mit Ausnahme des *El. africanus*, von dem mir kein Fall bekannt ist — zeigen diese Eigentümlichkeit, die natürlich kein Speziesmerkmal, sondern eine „Anomalie" ist, häufiger oder ebenso häufig als *El. planifrons*. Besonders weist *El. antiquus* eine ganze Reihe von Molaren mit derartigen Lamellenumknickungen auf.

Den letzten der Zähne von Perugia, zugleich denjenigen, der am vollständigsten alle Forderungen eines oberpliocänen Vorfahren des *El. antiquus* erfüllt, bestimmte Bortolotti trotz seiner bedeutenden Größe als M I. Er verweist dabei auf einen *Antiquus*-Zahn von ähnlichen Dimensionen, den Weithofer l. c. als M I beschrieb, der aber zweifellos als M II gedeutet werden muß. Dieser *Antiquus*-Zahn führt auf einer Länge von 210 mm × 8 × Joche, doch gibt Weithofer an, daß ein Joch verloren gegangen sein könnte. Daraus läßt sich auf eine ursprünglich noch bedeutendere Länge des Zahnes schließen, die einen M I gänzlich ausschließt. Unser Zahn hat nach Bortolotti eine mutmaßliche ursprüngliche Länge von 200 mm besessen. Der M I mand. von *El. meridionalis* schwankt zwischen 140—172 mm, der des jüngeren, sehr großen *El. antiquus* zwischen 160—184 mm. Die größte Breite unseres Zahnes beträgt an der 5. Schmelzfigur 74 mm, bei *El. meridionalis* geht die Breite des mandibularen M I nicht über 65 mm hinaus, bei *El. antiquus* ist sie noch geringer. Unser Zahn fällt in seinen Maßen also weit außerhalb der Schwankungsbreiten der ersten Molaren, stimmt dagegen völlig mit zweiten Molaren überein, deren Länge bei *El. meridionalis* zwischen 195—225, deren Breite zwischen 60—100 mm schwankt.

Die geringe von Bortolotti rekonstruierte Lamellenzahl von × 8 × würde nicht gegen die Auffassung als M II sprechen, da das auch bei *El. meridionalis* vorkommt und besonders geringe Lamellenzahlen sich gelegentlich auch noch beim jungdiluvialen *El. antiquus* finden. Ein Paar M II des *El. antiquus* von Taubach führen nur × 9 ×. Im übrigen aber ist es gar nicht unwahrscheinlich, daß unser Zahn ursprünglich eine höhere Lamellenzahl besessen hat, daß mehr als nur ein Joch und der distale Talon durch Abbruch resp. Abkauung verloren gegangen sind. Bei so weit, bis zur letzten Lamelle einschließlich abgekauten Zähnen pflegt, wenn die Kaufläche nicht extrem konkav ist, im vorderen Zahnviertel Medianfusion der Lamellen, meist sogar erheblicher Schwund des Zahnschmelzes eingetreten zu sein. An dem Vorderende unseres Fragments sind trotz weitgehender Ankauung so starke Gebrauchserscheinungen nicht zu erkennen, was darauf hindeutet, daß es sich vorn eben nicht um das vordere Zahnviertel, sondern um eine etwas zurückliegende Partie handelt. Der Zahn könnte danach sehr wohl eine ursprüngliche Lamellenformel von × 9 × geführt haben.

Der Längen-Lamellen-Quotient stimmt mit 162 : 7,5 = **21,6** sehr gut mit dem L.-L.-Q. eines M II mand. des *El. meridionalis* aus dem Val d'Arno überein. Der betreffende Zahn hat bei nur × 8 × einen L.-L.-Q. von **21,8**. Auf nähere Beziehungen zu *El. planifrons* deutet der L.-L.-Q. also keineswegs, wie Schlesinger angibt, der durch Fortlassen des Talon bei der Berechnung einen L.-L.-Q. von **23.0** erhält.



Fig. 3. M II mand. von *El. meridionalis* var. *antiquus* von Perugia; wenig kleiner als ½ n. G. Nach Bortolotti, Taf. V Fig. 2.

Der Verschmelzungstyp des Zahnes, den ich in Fig. 3 darstelle, ist lat. lam. med. lam., wobei die mediane Figur etwas größer ist als die innere laterale und etwas kleiner als die äußere laterale. Das heißt, der Mittelpfeiler ist noch schwach, wie wir es von unseren phylogenetischen Anschauungen aus für einen oberpliocänen Vorfahren des *El. antiquus* erwarten müssen. Mit Schlesinger's Ansichten ist diese Tatsache schwer zu vereinigen. Wäre der Zahn im Sinne Schlesinger's eine Zwischenform zwischen

El. planifrons und *El. antiquus* und wäre, wie SCHLESINGER meint, *El. planifrons* schon durch einen kräftigen Mittelpfeiler charakterisiert, so müßte sein oberpliocäner Nachkomme in der *Antiquus*-Reihe dieses Charakteristikum noch schärfer betont an sich tragen. Daß dies hier nicht der Fall ist, hätte SCHLESINGER an seiner Deutung Bedenken wecken müssen. Aber er konnte ja den Verschmelzungstyp „infolge tiefer Abkauung nicht sicher" abnehmen!

Meine Beurteilung der Zähne von Perugia ist also die gleiche wie 1912 bis auf die Bestimmung des M I als M II.

Übrigens ist — bei meiner Auffassung von *El. planifrons* — die Frage, ob in diesen Zähnen eine Zwischenform zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* oder eine antiquoide Form der Variationsbreite des *El. meridionalis* vorliegt, soweit es die Beurteilung der Merkmale gilt, fast die gleiche. Auch meine *antiquus*-artige Varietät des *El. meridionalis* ist naturgemäß eine Zwischenform zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus*. Der Kern der Sache, das Entscheidende, ob selbständige, vom *Meridionalis*-Kreis getrennte Art, ob Varietät des *Meridionalis*-Kreises, liegt in der Anschlußmöglichkeit an die Variationsbreite des *El. meridionalis*. Dieser Anschluß ist aber in vielfältiger Weise, in allen gewünschten Übergängen vorhanden, und SCHLESINGER hat ihn und damit den Kernpunkt dieser Frage durchaus nicht bestritten. Schon in dem kleinen Material von Perugia ist die *Antiquus*-Ähnlichkeit deutlich abgestuft und kommt an dem M II max. am schwächsten zum Ausdruck. Vielleicht bietet sich an anderer Stelle Gelegenheit, die ganze Variationsbreite des *El. meridionalis* in Abbildungen darzustellen.

Auch in seinem 2. Abschnitt erscheint SCHLESINGER's Argumentation gegen meine Anschauungen wenig glücklich. Den Kernpunkt der Fragen streift sie nirgends, und wo sie neue Deutungen versucht, da geschieht es auf einer durch Materialkenntnis nicht hinreichend gestützten Basis. Bewundernswert bleibt trotz alledem die Selbstsicherheit des Autors, mit der er über nie gesehenes, in relativ wenigen Stücken abgebildetes Originalmaterial *(El. trogontherii)* allgemeine Urteile fällt und diese in phylogenetischen Betrachtungen weiter verarbeitet.

3. Zur Schädelfrage.

Nicht günstiger kann ich den dritten Abschnitt beurteilen, in dem die Schädelfrage abgehandelt wird. Hier konnte sich SCHLESINGER, wie er es so schön ausdrückt, „um so kürzer fassen, als SOERGEL die eingangs beleuchtete Schwenkung hinter lang geratenen Erörterungen zu verschleiern sucht und damit uns zeigt, wie tief er seine Stammeslinie gerade von der Craniologie her erschüttert fühlt". Da in diesen „lang geratenen Erörterungen"

ohne irgendwelche Änderung meines alten Standpunktes die Erwägungen vorgetragen wurden, die meine Stellungnahme in dieser Frage 1912 und die dort ganz kurz gefaßten Darlegungen veranlaßten, so ist mir SCHLESINGER's merkwürdige Selbsttäuschung, die in dem zitierten Satz ihren formvollen Niederschlag gefunden, nicht recht verständlich. Daß SCHLESINGER nach dem Studium dieser Ausführungen mein Standpunkt in anderem Lichte erschien als früher, hat seinen Grund wohl darin, daß ihm meine Darlegungen eine Mißdeutung zum Bewußtsein brachten, die er meiner Arbeit von 1912 hat widerfahren lassen. Für Variationsbreite des *El. meridionalis* setzte er einfach *El. meridionalis* schlechthin, wodurch das Bild meiner phylogenetischen Anschauungen wesentlich verschoben wurde. Meine Richtigstellung 1915 mußte natürlich seine erste Beurteilung meiner Ansicht korrigieren. Damit habe aber nicht ich, sondern hat er den Platz gewechselt, und die mir vorgeworfene Schwenkung gehört zu den relativen Bewegungen, wie sie beispielsweise die Glieder einer Landschaft vor dem Auge eines Fahrenden ausführen. Wer in diesem Falle der „Fahrende" ist, dürfte nicht zweifelhaft sein.

Jedenfalls haben meine Darlegungen, und das ist erfreulich, Zweck und Inhalt meiner kurzen Bemerkungen über die Schädelfrage von 1912 auch SCHLESINGER's Verständnis etwas näher gebracht. Für die Gruppe von Elefanten mit getürmtem Schädel (z. B. *El. indicus*) hält SCHLESINGER meine Ausführungen für einwandfrei, möchte sie aber doch durch die Tatsache einschränken, daß Doppelwulst und hoher Schädeldom schon sehr jugendliche *Indicus*-Individuen mit „kaum sichtbaren Incisoren" auszeichnet. Von einer direkten mechanischen Einwirkung der eigenen Stoßzähne auf den Schädelbau kann hier natürlich nicht die Rede sein. Damit erscheint die Bedeutung der Stoßzahnentwicklung in Größe, Form und Ausbiegung auf die Phylogenese des Schädels aber in keiner Weise beeinträchtigt. Es dürfte auch SCHLESINGER bekannt sein, daß die Ontogenie nicht alle Stadien der Phylogenie wirklich wiederholt, daß Umänderungen, die in der Phylogenie auf direkten mechanischen Reizen und ihrer sich steigernden Wirkung beruhten, in der Ontogenie ohne direkte Wirkung solcher Reize sich anbahnen und als Folgen gewissermaßen automatisch in gewissen Stadien der Ontogenese aktiv werdender Tendenzen erscheinen. Für diese Tatsache gibt es Beispiele die Menge. Wo in der Entwicklung eines Stammes Umwandlungen eines Organs, Reduktion oder Verstärkung einsetzen, da sehen wir bei jüngeren Vertretern des Stammes schon in sehr frühen ontogenetischen, des mechanischen in der Stammesentwicklung wirkenden Reizes durchaus entbehrenden Stadien die betreffende Tendenz wirksam. Das Hinzutreten der Reize bei weiterer Entwicklung des Individuums bedeutet vielfach nur eine Beschleunigung des Tempos oder des

Ausmaßes, in dem das dem Stamm eigentümliche Merkmal sich entwickelt. Die Ontogenie des *Indicus*-Schädels spielt sich durchaus im Rahmen dieser vielfach gestützten Erfahrung ab und schränkt die Bedeutung der Stoßzahnentwicklung für die Phylogenese und Ontogenese des Elefantenschädels in keiner Weise ein.

Für die andere Gruppe von Elefanten mit niedrigem Schädel möchte Schlesinger meine Auffassung nicht gelten lassen. Was er hier anzuführen weiß, zeigt, daß er meine Darlegungen hier wieder völlig mißverstanden hat oder mißverstehen wollte. Er schreibt: „Wäre die Schädelform des Elefanten nun wirklich bloß das Ergebnis eines einfachen Gleichgewichtszustandes zwischen Cranium, d. h. Cranialdom und Stoßzahnwachstum, so müßten wir stets bei den Arten, welche die riesigsten Stoßzähne trugen, den am meisten getürmten Schädel antreffen.

Das ist aber nicht der Fall.

El. antiquus, welcher mit 5 Meter die größte Länge der Incisoren überhaupt erreicht, trägt den niedrigsten Schädel, *El. africanus,* welcher bis über 2 Meter lange, vorgestreckte Stoßzähne trägt, ist gleichfalls durch sehr niedrigen Dom ausgezeichnet.

Wir sehen also, daß die Schlußfolgerung in der Art, wie sie Soergel zieht, nicht stimmt."

Hierzu ist zu bemerken:

Den bei Schädelumbildungen herrschenden Mechanismus habe ich keineswegs so primitiv dargestellt, als es nach Schlesinger's Ausführungen scheinen muß. Er spricht stets nur von Größenveränderungen der Stoßzähne. Ich schrieb aber 1915 I, p. 209: „Unterschiedlich kommt in der Phylogenese nicht nur eine Größenveränderung, sondern in stärkerem Maße eine Formveränderung der Stoßzähne in Betracht." Dahin gehören aber neben einfacher Formveränderung als korrelativ mit ihr verbunden weiterhin Änderungen in der Lage und Richtung der Incisoralveolen. Derartige Änderungen haben Verschiebungen zur Folge in der Art und Richtung des Zuges, der von den Stoßzähnen auf die Intermaxillaria und damit auf den Schädel ausgeübt wird. Das ergibt schließlich Änderungen in dem Gleichgewichtszustand, der zwischen den Stoßzähnen als Druck und Zug hervorrufende Teile oder als Hebelarme, und dem Schädel als Träger der Aufhängepunkte dieser Hebelarme besteht. Dieser Gleichgewichtszustand und seine Änderungen kommen hier in Betracht. In Schlesinger's einfachere Vorstellungskreise hat diese meine sonst nicht mißverstandene Auffassung keinen Eingang gefunden. Wie seine weiteren Ausführungen zeigen, glaubt er, es handle sich um den Gleichgewichtszustand, der zwischen Schädel und Rumpf besteht; und diesen hält er für besonders wichtig für den Mechanismus der Schädel-

umbildungen. Da aus Stoßzahnänderungen ihm der flache Schädeltypus unverständlich erscheint, „so müssen bei dieser Reihe wesentlich andere Ursachen am Werke sein". In einer verschiedenen Ausbildung des Ligamentum nuchae glaubt er die Ursache gefunden zu haben. Ein Vergleich eines Schädels von *El. indicus* mit dem eines *El. africanus* zeigte ihm, daß die Höhlungen für das Ligamentum nuchae am *Africanus*-Schädel stärker sind, was ja bei einer stärker bewehrten Art mit demzufolge viel schwererem Schädel eigentlich nicht weiter merkwürdig ist. Die großen vorgestreckten Stoßzähne hätten bei *El. africanus,* so führt er aus, eine andere Schädelhaltung als bei *El. indicus* bedingen müssen, um die Stoßzahnspitzen in hinreichender Höhe über der Erde zu halten. Das hätte aber nur durch ein stärkeres Ligamentum nuchae erreicht werden können. Schließlich kommt er zu dem Schluß: „Das Gleichgewicht am *Africanus*-Cranium — und per analogiam wohl ebenso am gleichfalls niedrigen *Antiquus*-Cranium — wurde also vornehmlich durch das Ligamentum nuchae aufrecht erhalten." Daß das Gleichgewicht zwischen Schädel und Rumpf durch das Ligamentum nuchae wesentlich mitbestimmt wird, daß Schlesinger's Darlegungen über die verschiedene Schädelhaltung des *El. indicus* und *El. africanus* und die stärkere Entwicklung des Ligamentum nuchae bei letzterem viel Richtiges enthalten, wird niemand bestreiten. Ebenso sicher ist aber, daß in diesen Tatsachen niemals die primäre Ursache zur Umbildung des Elefantenschädels im Laufe der Stammesgeschichte gesehen werden kann, daß dieser Gleichgewichtszustand gegenüber dem anderen, 1915 von mir formulierten für die uns beschäftigende Frage gar keine Rolle spielt. Selbst Schlesinger kann keinen Weg andeuten, auf dem die Verstärkung oder ein stärkeres Ligamentum nuchae die Schädelform beeinflussen könnte. Die ganzen um das Ligamentum nuchae gruppierten Darlegungen Schlesinger's haben mit dem Problem der Schädelumbildung gar nichts zu tun. Wie Schlesinger p. 64 selbst hervorhebt, ist Änderung der Schädelhaltung und damit Änderung der Stärke des Ligamentum nuchae von Gewichtsverschiebungen am Gesamtschädel abhängig, die durch die Stoßzähne bedingt werden. Letzten Endes ist es also auch hier ein Entwicklungsvorgang an den Stoßzähnen, der umgestaltend wirkt, und damit bewegen sich die abschweifenden Erörterungen Schlesinger's durchaus im weiteren Rahmen meiner 1915 skizzierten Vorstellungen, gegen die sie vom Autor eigentlich gedacht sind.

Schließlich paßt im Rahmen des Schlesinger'schen Vorstellungskreises *El. meridionalis* gar nicht in dieses Bild. In Form und Biegung, „vorgestreckt, wenig gekrümmt", sind die Stoßzähne dieser Art denen des *El. africanus* meist ähnlicher als den vorn hochgebogenen des *El. trogontherii* oder gar *primigenius*, stellen

bei großer Massigkeit und sehr bedeutender, 4 m gelegentlich übertreffender Länge mindestens die gleiche relative Belastung des Schädels dar als bei *El. africanus*, so daß auch für diese Art mit einem sehr kräftigen Ligamentum nuchae gerechnet werden muß. Denn sie mußte bei meist sehr wenig aufgebogenen Zähnen aus dem gleichen Grunde wie *El. africanus* den Schädel erhobener tragen als *El. trogontherii* mit vorn aufgebogenen Stoßzähnen, dem eine andere Schädelhaltung von unserem Gesichtspunkt aus zum mindesten freistand. Trotzdem gehört die Art in ihren Typus-Vertretern zu der hochschädeligen Gruppe. Ein starkes Ligamentum nuchae kann auch aus diesem Grunde also keineswegs die Ursache einer besonders niedrigen Schädelform sein.

Die Ausbildung niedriger Schädelformen läßt sich viel eher und ohne solche Widersprüche aus Formveränderungen der Stoßzähne verstehen. Beide Formen dieser Gruppe, *El. africanus* und *El. antiquus,* haben sehr ähnlich geformte Stoßzähne, haben vor allem die gleiche starke Divergenz der Stoßzahnalveolen. Daß Druck und Zug der Stoßzähne unter solchen Verhältnissen gleich, und zwar gleichsinnig anders wirken, einen anderen Gleichgewichtszustand durchsetzen müssen als bei Formen mit anders gebogenen Stoßzähnen, mit fast parallelen oder sehr schwach divergierenden Stoßzahnalveolen, ist meines Erachtens einleuchtend genug. Es ist nicht nur, wie Schlesinger meint, die Stärke des Zuges, sondern vor allem auch die Richtung, in welcher der Zug auf den Schädel wirkt, die bei entwicklungsmechanischen Betrachtungen in Rechnung zu stellen ist. Und es ist augenscheinlich, daß sich hier die beiden Schädeltypen verschieden verhalten. Diese Verschiedenheiten können sich aus einer Grundform im Laufe langer Zeiten um so eher entwickelt haben, als ein Agens für solche Umbildungen immer gegeben war in der in bestimmter Weise auf das Milieu des Wohngebietes, die Lebensbedingungen der Art reagierenden Variabilität der Stoßzähne. Die Entwicklung der Stoßzähne nach Größe, Form, Biegung und Orientierung am Schädel ist es, die in erster Linie umbildend einwirkt auf die Schädelform der Elefanten. Allein aus diesem Prinzip läßt sich die Entwicklung flachdomiger und hochdomiger Formen in gleichem Maße begreifen.

Mit der Bemerkung, daß ich geflissentlich den *Meridionalis*-Cranien ausweiche, auf die er nachdrücklich hingewiesen habe, greift Schlesinger am Schluß dieses Abschnitts nochmals eine Mißdeutung meiner Ausführungen auf, die ich 1915 schon zurückgewiesen habe: ich habe *El. antiquus* niemals von *El. meridionalis* typus hergeleitet und daher auch niemals den hohen Schädel des *El. meridionalis* typus als Ausgangsbasis für den flacheren *Antiquus*-Schädel angesehen. Schlesinger wird nicht verlangen können,

daß ich jede beliebige von ihm mir unterstellte Anschauung als meine eigene verteidige.

Für die diskutierte Schädelfrage kann ich den Optimismus Schlesinger's nicht teilen, der seine Erörterungen über den Schädel und die Momente, die ihn im Laufe der Phylogenie verändern, selbst als „grundlegende" bezeichnet. Auch hier treffen, wie in früheren Abschnitten, seine Ausführungen absichtlich oder unabsichtlich den Kern der Frage nicht, und ich habe nicht die geringste Veranlassung, meinen 1912 und 1915 festgelegten Standpunkt über den Mechanismus der Schädelumbildung und seine Konsequenzen für die Frage nach dem oberpliocänen Vorfahren des *El. antiquus* irgendwie zu modifizieren.

III. Schlußbemerkungen.

Eine kritische Prüfung der Gründe, die Schlesinger neuerdings für seine und gegen meine Anschauungen über die Stammesgeschichte des *El. antiquus* ins Feld führte, hat eine mit richtigen Tatsachen wie einwandfreien Kombinationen gleich bescheiden ausgestattete Argumentation bloßgelegt. Versuche Schlesinger's, mir einen Umschwung meiner Ansichten in der Richtung seiner eigenen Vorstellungen nachzuweisen, verdienen, da sie lediglich auf einer merkwürdigen Interpretationskunst beruhen, Zurückweisung meinerseits.

Heute wie 1915 und 1912 vertrete ich die Ansicht, daß *El. antiquus* aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* herzuleiten ist, daß diese im Oberpliocän vorhandene Variationsbreite sich unter dem Einfluß von Ost—West gerichteten Wanderungen schon im Voroberpliocän zu entwickeln begann. Als die Wanderform, die den Elefantenstamm von Südasien über Europa verbreitete, betrachte ich nach wie vor eine fortgeschrittenere Form als *El. planifrons*, einen primitiven *El. meridionalis*, im Gegensatz zu Schlesinger, der *El. planifrons* selbst für die Wanderform hält. In der Ablehnung dieser Ansicht, sowie der Schlesinger'schen Stammreihe *El. planifrons*—*El. antiquus* bin ich mit vielen Autoren einig (vergl. dazu W. O. Dietrich's neue Arbeit über *El. antiquus Recki* im Archiv für Biontologie 1916), die neben einer mindestens gleichen Literaturkenntnis wie Schlesinger über eine viel beträchtlichere Materialkenntnis und Erfahrung verfügen.

Mit diesen Ausführungen schließe ich meinerseits die Diskussion über die Abstammung des *El. antiquus*, da ich zu weiteren Korrekturen von Irrtümern, Beobachtungsfehlern und falschen Kombinationen weder Zeit noch Lust habe, und behalte mir vor, zu gelegenerer Zeit an anderer Stelle die Grundlagen meiner phylogenetischen Anschauungen in ausführlichen Tabellen und zahlreichen Abbildungen darzustellen.

Besprechungen.

C. Diener: Untersuchungen über die Wohnkammerlänge als Grundlage einer natürlichen Systematik der Ammoniten. (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. Abt. I. **125**. p. 253—309. Wien 1916.)

Durch langjährige Beschäftigung mit dem Studium der Ammoniten ist Verf. in Übereinstimmung mit Frech zu der Überzeugung gelangt, daß keinem Merkmale dieser fossilen Schalen allein eine dominierende systematische Bedeutung zukommt, so daß nur die genaue Erforschung der stammesgeschichtlichen Entwicklung im einzelnen zu einer natürlichen Systematik führen kann. Nachdem er dies kürzlich (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. **93**) hinsichtlich der Adventivloben dargelegt, zeigt er nun in der vorliegenden Veröffentlichung, daß auch die Wohnkammerlänge keine ausreichende Grundlage für die Trennung höherer systematischer Ammonitengruppen bietet, mag sie auch in vielen Fällen ein treffliches Mittel zur Charakterisierung von Gattungen liefern.

Hiedurch stellt er sich in entschiedenen Gegensatz zu E. Haug, E. v. Mojsisovics, G. v. Arthaber und D. Sobolew, welche der Wohnkammerlänge eine überragende phylogenetische Bedeutung zuerkennen. So teilt v. Arthaber die paläozoischen, namentlich aber die triadischen Ammoneen, je nachdem die Länge ihrer Wohnkammern mehr oder weniger als den letzten Umgang beträgt, in die beiden primären Gruppen der Makrodoma und Mikrodoma (= Brachydoma Mojs.) ein.

Ähnlich wie Diener stehen diesem Standpunkte A. Hyatt, R. Wedekind und F. Frech ablehnend gegenüber, von denen der letztere der Wohnkammerlänge für die Ammonitenklassifikation nur geringe Wichtigkeit beimißt, da ihre Länge nach seiner Ansicht von dem schnellen (kurze) oder langsamen Wachstum des Tieres (lange Wohnkammer) abhängt und also eine Funktion der Wachstumsgeschwindigkeit darstellt. Wedekind, der mit derselben Schärfe wie Frech die Aufstellung eines Ammonitensystems auf Grund der Wohnkammerlänge bekämpft, wendet sich mit Recht gegen die willkürliche Annahme des Grenzwertes von einem Umgange zwischen langen und kurzen Wohnkammern, da dieser Betrag entschieden den wahren Mittelwert ($\frac{5}{6}$—$\frac{7}{8}$ Umgang) zwischen den kürzesten ($\frac{1}{5}$ U.) und längsten (ca. $1\frac{1}{2}$ U.) beobachteten Wohnkammern überschreitet. Um dieser Willkür einigermaßen abzuhelfen, unterscheidet Diener statt der bisherigen kurzen und langen Wohnkammern mehrere Größenstufen derselben (sehr kurz $< \frac{1}{2}$ U., kurz $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ U., mittellang $\frac{3}{4}$—1 U., lang 1—$1\frac{1}{4}$ U., sehr lang $> 1\frac{1}{4}$ U.).

Die Ansicht F. Noetling's, daß die relative Seltenheit der Ammoniten mit vollständig erhaltener Wohnkammer entschieden gegen eine Verwendung der Wohnkammerlänge als systematisches

Kriterium spricht, kann von dem zoologisch denkenden Paläontologen unmöglich anerkannt werden, für den bei der Beurteilung dieser Frage bloß die Prüfung der Beziehungen des Tieres zu seiner Wohnkammer und zwischen der Wohnkammerlänge und der Wachstumsart der Ammonitenschalen sowie die Untersuchung der Schwankungen der Wohnkammerlänge bei Individuen derselben Art und innerhalb einzelner Gattungen entscheidend sein dürfen.

Die Beziehungen des Tieres zu seiner Wohnkammer bei *Nautilus* und den Ammoniten.

Die beim rezenten *Nautilus* gemachte Erfahrung, daß seine Wohnkammer von dem kontrahierten Tierkörper genau ausgefüllt wird und uns daher ein getreues Abbild von dessen Dimensionen liefert, darf, wie schon Zittel 1868 bemerkt hat, wegen der inneren Organisationsdifferenzen zwischen Nautiliden und Ammoniten wohl nicht ohne weiteres auf letztere übertragen werden.

Würden auch zugunsten eines derartigen analogisierenden Vorgehens gewisse Einrichtungen an fossilen Ammonitengehäusen, wie die visierartig verengten und z. T. abgeschlossenen Mündungen einiger Genera mit anormaler Wohnkammer oder gar der Besitz der als Verschlußdeckel der Wohnkammer funktionierenden Aptychen, sprechen, so stehen dem doch andererseits mancherlei Beobachtungen gegenüber, die vor der allgemeinen Übertragung der obigen an *Nautilus* gemachten Feststellung auf die fossile Ordnung der Ammoniten warnen und demgemäß zu einer gewissen Vorsicht bei der biologischen Bewertung der Wohnkammerlänge auffordern.

So wird man mit E. W. Benecke bei den mit Seitenohren versehenen Ammonitenschalen (z. B. *Cosmoceras Jason*) annehmen müssen, daß sich der Tierkörper, sollten die zarten Ohren nicht zerbrechen, höchstens bis zu deren Vorderende zurückziehen konnte und daher zwischen diesen unbedeckt lag. Und bei den ein extremes Rostrum tragenden Schalen (z. B. *Quenstedticeras Lamberti*) macht es der fast stets zerquetschte Erhaltungszustand dieses Mündungsteiles höchst plausibel, daß er bereits außerhalb des sich beim Tode kontrahierenden Tierkörpers zu liegen kam, an dem er also keine Stütze mehr finden konnte.

Auch in jenen seltenen Fällen, in denen die Wohnkammer eines Ammoniten so abnorm verkürzt erscheint, wie bei dem von A. Hyatt 1903 aus der Oberkreide von Mississippi beschriebenen *Sphenodiscus lobatus* Tuom. (Wohnkammerlänge = $\frac{1}{20}$ U.) dürfte ein Teil des Tierkörpers wohl dauernd und selbst bei seiner stärksten Kontraktion außerhalb des Gehäuses verblieben sein.

Die Wohnkammerlänge in ihren Beziehungen zur Art des Wachstums der Windungen.

Daß die äußere Gestalt der Ammonitentiere nicht nur durch die verschiedene Länge und Form ihrer Wohnkammer (wurmförmiger, langer Körper eines nodosen Ceratiten einerseits, gedrungener und plumper eines intuslabiaten Arcesten andrerseits) bedingt ist, sondern

ebensosehr durch die Wachstumsart ihrer Windungen, lehrt beispielsweise der Vergleich der zu demselben Genus gehörigen und durch die globosen Jugendstadien miteinander übereinstimmenden Schalen von *Ptychites tibetanus* Mojs. und *Pt. megalodiscus* Beyr., von denen die erste Art während der Altersreife ihre breite, plumpe Gestalt beibehält, wogegen letztere schmal und hochmündig wird. Dabei dürfte sich aber wohl kaum gleichzeitig eine tiefgreifende Veränderung der inneren Organisation des Tieres vollzogen haben.

Der Zusammenhang zwischen der Wohnkammerlänge der Ammoniten und der Anwachsungsart ihrer Windungen ist eine seit langem bekannte Tatsache, die aber von verschiedenen Forschern nicht gleichmäßig bewertet wird.

Während E. v. Mojsisovics es als Regel erachtet, daß hochmündige Gehäuse eine kürzere Wohnkammer besitzen als die niedrigmündigen, hält F. Frech die Wohnkammerlänge in diesem Sinne geradezu für eine Funktion der Wachstumsgeschwindigkeit der Schalen, und G. Prinz glaubte sogar ganz allgemein aus der Wachstumsform der Phylloceraten direkt auf ihre Wohnkammerlänge schließen, d. h. die meist unbekannte Größe derselben so rekonstruieren zu dürfen.

C. Diener, der gleichfalls auch den Einfluß des Windungswachstums auf die Wohnkammerlänge ohne weiteres zugibt, ist nach sorgfältiger Prüfung vieler auf dieses Verhältnis bezüglicher Beobachtungen zu dem Ergebnisse gelangt, daß zwar fast alle hochmündigen und schnellwüchsigen Ammoniten brachydom (mit kurzen oder mittellangen Wohnkammern ausgestattet) sind, wogegen bei den langsam anwachsenden Formen mit breitem Querschnitt von keinem Gesetze bezüglich der Wohnkammerlänge und folglich auch von keinerlei prognostischen Bestimmung einer solchen die Rede sein kann.

Schwankungen der Wohnkammerlänge bei Individuen derselben Art.

Während nicht wenige Ammonitenarten durch eine auffallende Konstanz ihrer Wohnkammerlänge in allen Altersstadien ausgezeichnet sind (*Hecticoceras hecticum, Ludwigia Murchisonae, Streblites* div. sp.), bemerkt man bei anderen eine entschiedene Veränderung derselben, sei es, daß sie mit vorrückendem Alter eine Zunahme erfährt (so bei *Arietites spiratissimus* und *Ar. latesulcatus* von ca. $1 \text{—} > 1\frac{1}{2}$ U.), sei es, daß sie dabei eine relative Verkürzung erleidet (z. B. bei *Tirolites,* bei *Xenodiscus sulioticus* von $1 \text{—} \frac{9}{10}$ U., bei *Aulacostephanus tibetanus* von $> \frac{3}{4}$ U. — $< \frac{3}{4}$ U. und gewissen malayischen *Macrocephalites* von $\frac{3}{4} \text{—} \frac{1}{2}$ U.).

Eine solche Verkürzung dürfte bei altersreifen Exemplaren in manchen Fällen (z. B. *Metoicoceras Swallowi* von $\frac{3}{4} \text{—} \frac{1}{2}$ U.) mit der Zunahme ihrer Hochmündigkeit zusammenhängen, bei *Parkinsonia* (*P. acris* mit $1 \text{—} \frac{2}{3}$ U.) mit der Ausbildung der für das Altersstadium charakteristischen Skulptureigentümlichkeit. Die Wohnkammerlänge von *Dactylioceras commune* zeigt sehr auffällige und

anscheinend vom Altersstadium unabhängige individuelle Schwankungen (von ca. $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{20}$ U.), und solchen ist sie auch bei den *Macrocephalites* in auffälliger Weise unterworfen.

Die vom Verf. gesammelten Beobachtungen über die in verschiedener Richtung erfolgenden individuellen Schwankungen der Wohnkammerlänge bei verschiedenen brachy- und makrodomen Ammonitenarten mahnen jedenfalls bei der Bewertung dieses Merkmales für die Systematik zu einiger Vorsicht.

Veränderlichkeit der Wohnkammerlänge innerhalb der Gattung.

Hinsichtlich ihrer Involution, Skulptur und Lobenlinie so indifferente Typen wie die paläozoischen Goniatiten, deren Wohnkammerlänge von E. Haug innerhalb gewisser Formenkreise für auffallend konstant, von F. Frech hingegen für variabel (z. B. bei *Aphyllites, Tornoceras*) erklärt wird, sind nach des Verf.'s Meinung überhaupt wenig für eine Klärung der Frage nach der Konstanz der Wohnkammerlänge geeignet, da bei der Gattungstrennung derartiger, durch so wenig charakteristische Merkmale miteinander verknüpften Formen eine Differenz in der Wohnkammerlänge gewiß einen entscheidenden Ausschlag geben müßte. Ganz anders liegt hingegen die Sache bei einer durch Ornamentierung, Suturlinie und Mundsaumgestalt so hochspezialisierten Ammonitengattung wie *Perisphinctes*, an deren durch diese vielen Eigenschaften gut charakteristischen Gattungsfassung nicht wegen ihrer wechselnden Wohnkammerlänge gerüttelt werden darf.

Der großen Bedeutung gemäß, welche die Konstanz eines systematischen Merkmales innerhalb der höheren Systemkategorien (von der Gattung in weiterer Fassung angefangen) für seine Bewertung besitzt, hat Verf. an einem besonders umfangreichen und von verschiedenen mesozoischen Gattungen gewonnenen Beobachtungsmaterial die große generische Konstanz der Wohnkammerlänge festgestellt, deren hoher systematischer Wert durch die mitunter vorkommenden geringen Schwankungen nicht beeinträchtigt zu werden vermag. Solche Gattungen sind:

Placenticeras Meek., Wohnkammer (Wk.) regelmäßig = $\frac{1}{2}$ U.;
Oppelia Waag., Wk. = $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ U.;
Phylloceras Suess, Wk. kurz bis mittellang ($\frac{1}{2}$—$\frac{4}{5}$ U.);
Aspidoceras Zitt., Wk. stets kurz ($\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ U.);
Haploceras Zitt., Wk. fast stets kurz (meist $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ U., ausnahmsweise ca. 1 U.);
Harpoceras Waag. (im weiteren Sinne), Wk. kurz, nur ausnahmsweise mittellang ($\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ U., selten $\frac{3}{4}$—$\frac{4}{5}$ U.);
Ceratites nodosi, Wk. konstant kurz;
Ophiceras Griesb., Wk. konstant kurz ($\frac{1}{2}$—$\frac{7}{12}$ U.);
Meekoceras Hyatt (inkl. *Aspidites* Waag.), Wk. konstant kurz ($\frac{1}{2}$—$\frac{3}{5}$ U.);
Simoceras Zitt. („makrodome“ Gattung), Wk. = ca. 1 U.

Diesen durch die Konstanz ihrer Wohnkammerlängen ausgezeichneten Ammonitengenera steht eine beträchtliche Anzahl von jurassischen und triadischen Gattungen gegenüber, bei denen dieses Merkmal recht erheblichen Schwankungen unterliegt, wie z. B.:

Hoplites Neum., Wk. kurz bis lang ($\frac{1}{2}$— > 1 U.);

Perisphinctes Waag., bei welchem die geringe systematische Bedeutung der Wohnkammerlänge mit besonderer Deutlichkeit hervortritt. Es ist bei verschiedenen Arten die Wk. > 1 U., = 1 U., 1—$\frac{3}{4}$ U., $\frac{3}{4}$ U., $\frac{3}{4}$ U. > Wk. > $\frac{1}{2}$ U., $\frac{2}{3}$ U., 1—$\frac{2}{3}$ U. (Subgenus *Virgatosphinctes* und *Aulacosphinctes*), $\frac{1}{2}$ U. (Subgenus *Sutneria*), $\frac{1}{4}$ U. (*Perisphinctes bernensis*);

Parkinsonia Bayle, Wk. = $\frac{2}{3}$—1$\frac{1}{4}$ U.;

Coeloceras Hyatt, Wk. = $\frac{1}{2}$—1$\frac{1}{2}$ U.;

Stephanoceras Waag., Wk. kurz, mittellang oder lang ($\frac{1}{2}$—1$\frac{1}{4}$ U.);

Lytoceras Suess, Wk. in der Regel $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ U., manchmal auch bis über 1 U. (Subgenus *Costidiscus* Uhl.);

Hammatoceras Hyatt, Wk. kurz, mittellang oder lang (von Wk. < $\frac{2}{3}$ U. bis Wk. > 1 U.);

Dumortieria Haug, Wk. = $\frac{2}{3}$—1 U.;

Psiloceras Hyatt, Wk. $\frac{1}{2}$ bis ca. 1$\frac{1}{2}$ U.;

Xenodiscus Waag., Wk. $\frac{1}{2}$—1 U.

Daß aber auch bei den triadischen „*Ammonea makrodoma*" die Wohnkammerlänge durchaus nicht ausnahmslos der generalisierenden Angabe von E. v. Mojsisovics entspricht, der ihr einen Betrag von mindestens einem vollem Umgang zuschreiben wollte, geht aus folgender Nachprüfung hervor; es beträgt z. B. bei:

Anatomites Mariani Gemm. (Subgenus von *Juvavites*) die Wk. $\frac{3}{5}$ U.,

Paulotropites Hyatti Gemm. die Wk. ein wenig > $\frac{3}{4}$ U.,

Stenarcestes malayicus Welt. die Wk. $\frac{9}{10}$ U.,

Lobites Sandbergeri Mojs. die Wk. < 1 U.

Metriodome Ammoniten.

Für jene Ammonitengattungen, welche, wie die triadischen *Styrites* Mojs. (nach Mojsisovics zu den makrodomen Tropitiden gehörig), *Gonionotites* Gemm. und *Ptychites* (nach v. Arthaber zu den brachydomen Tornoceraten gestellt), eine relativ konstante Wohnkammerlänge von $\frac{3}{4}$ bis zu ca. einem vollen Umgang besitzen und sich demgemäß weder in den Begriff der Makrodoma (Wk. = 1 —1$\frac{1}{4}$ U.), noch der Brachydoma (Wk. = $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ U.) einfügen lassen, sondern vielmehr als eine breite Grenzzone zwischen die beiden also keineswegs im Sinne von E. v. Mojsisovics und G. v. Arthaber durch eine kritische Grenze (Wk. = 1 U.) voneinander geschiedenen Typen einschieben, schlägt Verf. die neue Bezeichnung „metriodome" Ammoniten vor.

Die Einführung dieses Typus erscheint um so nötiger, als ihm viele und phylogenetisch wichtige Gattungen angehören. Außer den drei bereits genannten Gattungen seien von solchen noch die triadischen Genera *Gymnotoceras* Hyatt, *Owenites* Hyatt et Smith,

Barrandeites Mojs., *Proteites* Hau. und vielleicht auch *Nannites* Mojs. und *Inyoites* Hyatt et Smith, sowie die jurassischen und untercretacischen Gattungen *Sphaeroceras* Bayle, *Cadoceras* Nik., *Garantiana* Buckm., *Cardioceras* Neum., *Reineckia* Bayle und *Holcostephanus* Neum. et Uhl. angeführt.

Der phylogenetische Wert der Wohnkammerlänge. Nachdem sich heute viele wichtige Argumente für die Abstammung brachydomer von makrodomen Formengruppen und umgekehrt geltend machen lassen, erscheint die Haupteinteilung der Ammoniten in Brachydoma und Makrodoma erschüttert, da sie ja nur die Ableitung brachydomer Formen von brachydomen und makrodomer von ebensolchen zur phylogenetischen Voraussetzung hatte.

Um von vielen derartigen Beweisen nur einige zu erwähnen, möge auf die innigen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen der brachydomen Gattung *Sagenites* wie der auch durch eine relativ kurze Wohnkammer ausgezeichneten Genera *Styrites* und *Goniootites* zu den makrodomen *Tropitoidea,* ferner des eine Wohnkammerlänge von ca. $\frac{3}{4}$ U. besitzenden Genus *Amarassites* Welt. zu dem makrodomen *Halorites* Mojs., dann des makrodomen *Costidiscus* zu den übrigen, meist brachydomen Lytoceren, der durch kurze, resp. wechselndlange Wohnkammern gekennzeichneten Subgenera *Asteroceras,* resp. *Arnioceras* zu den überwiegend makrodomen Vertretern von *Arietites* hingewiesen werden, desgleichen auf die mannigfachen phylogenetischen Übergänge von dieser Gattung zu den eine kurze bis mittellange Wohnkammer besitzenden Harpoceraten. Aus dem brachydomen, triadischen *Monophyllites* (resp. *Mojsvarites*) ist nach der Ansicht der meisten jetzigen Ammonitenforscher das makrodome liassische Genus *Psiloceras,* die Stammform für *Aegoceras, Schlotheimia* und *Arietites,* abzuleiten.

Übrigens sind die innerhalb vieler Ammonitengattungen festgestellten Schwankungen der Wohnkammerlänge so groß, daß sich der Ableitung brachydomer Formengruppen aus makrodomen und umgekehrt auch keinerlei theoretische Schwierigkeiten entgegenstellen.

Während in den devonischen Goniatitenfaunen brachy- und makrodome Ammoniten gleichmäßig nebeneinander auftreten, erscheinen zur Zeit der Obertrias (in den Hallstätter Kalken) die letzteren in größerem Individuenreichtum, aber in geringerer Artenzahl als die brachydomen entwickelt. Nachdem sie im Lias den Höhepunkt ihrer Entfaltung erreicht haben, werden sie später während der Unterkreide sehr selten, um dann in der Oberkreide (sicher in der Maestrichtstufe) brachydomen Gattungen vollkommen Platz zu machen. **F. Trauth.**

Personalia.

Ernannt: Prof. Dr. **Fr. Kossmat,** Direktor der Kgl. Sächs. Geol. Landesuntersuchung und Ordinarius für Geologie und Paläontologie an der Universität Leipzig zum Geheimen Bergrat.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Trachtstudien an einem geschichteten Turmalinkristall.

Von **Herm. Tertsch** (Wien).

Mit 6 Textfiguren.

In der ungewöhnlich reichhaltigen und wertvollen Edelsteinsammlung des Herrn Hofrates A. v. Loehr befindet sich eine in Platten zerlegte Turmalinsäule von etwa 9 cm Höhe und 4½ cm Dicke. Der äußerlich faßt undurchsichtig schwarz erscheinende Kristall ist durch Schnitte normal zur Hauptachse, mit deren einem Ende er aufgewachsen war, in 10 Teile zerlegt. Von dem Basisteil mit etwa 1¾ cm Höhe ist bloß eine, durch einen radialen Längsschnitt begrenzte Hälfte vorhanden. Darauf folgen 8 Platten parallel der Basis mit fast durchgehends 4 mm Dicke und endlich der gut ausgebildete Kristallkopf mit etwa 2¾ cm Höhe[1]. Sowohl die 8 Platten, wie der Kopf, liefern vollständige Querschnitte durch den Kristall.

Die prächtigen Zeichnungen in den Querschnitten, der bunte Wechsel von grauen, rosa, lichtgrünen, faulgrünen und fast schwarzen Schichten mit nahezu farblosen Zwischenlagen und die dank der systematischen Zerlegung des Kristalles gebotene Möglichkeit, jede einzelne, durch ihre Farbe charakterisierte Anwachsschichte durch mehrere Platten zu verfolgen, ließen eine genauere Durchmessung des Kristalles im Hinblick auf die ziffernmäßige Verfolgung des Schichtbaues ungemein verlockend erscheinen.

---

[1] Die Summe der angegebenen Höhen und Schichtdicken ist wesentlich kleiner als die mit 9 cm bemessene Gesamthöhe. Das hat seinen Grund darin, daß bei dem Zersägen des Kristalles mit einem nicht unbeträchtlichen Abfall zwischen je 2 Platten gerechnet werden muß. Die Ermittlung der durch das Zerschneiden verlorengegangenen Zwischenschichten läßt sich mit ziemlicher Sicherheit durchführen. In der Prismenzone laufen an mehreren Stellen Wachstumsunregelmäßigkeiten (Abformungsflächen anderer Körper?) schräg über die Prismenflächen weg. Eine hievon, welche, stark geneigt, außen über eine Reihe von Platten hinzieht, ist ziemlich geradlinig begrenzt. Das einfache Aufeinanderschichten der Platten läßt diese Linie treppenartig zerstückelt erscheinen. Legt man die Platten so weit auseinander, bis sich diese Störungslinie zu einer Geraden ergänzt, so sind damit die beim Zersägen und nachfolgenden Polieren verlorengegangenen Zwischenschichten ziemlich genau wieder hergestellt. Die Abstände von Platte zu Platte betragen danach etwas mehr als je 1 mm.

Es ist dem Verfasser ein Bedürfnis, Herrn Hofrat v. Loehr auch hier noch für die Überlassung des selten schönen Untersuchungsmateriales herzlichst zu danken.

Der Kristall, dessen Fundort leider nicht genau feststeht[1], hat eine nur wenig exzentrisch gelagerte Spitze und zeigt diesen ziemlich regelmäßigen Aufbau auch in allen seinen Querschnitten, demzufolge es leicht ist, in der etwas konvex gekrümmten Ansatzfläche der Basis den wahrscheinlichsten Keimpunkt des wachsenden Kristalles zu rekonstruieren. Wenn auch keinerlei Reste des Muttergesteines an dem Kristalle erhalten sind, deutet doch das Aussehen des Basisteiles darauf hin, daß der Kristall entweder wirklich

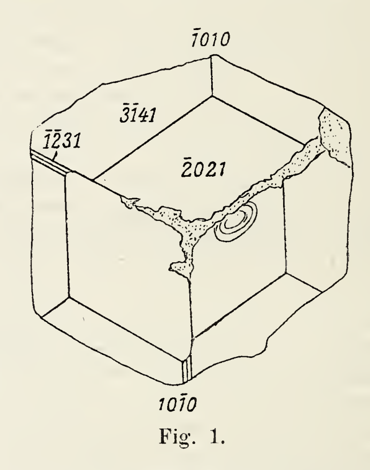


Fig. 1.

vollständig von der Unterlage abgehoben ist, oder der etwaige zurückgebliebene Rest nur ganz unbedeutend sein kann, weshalb man den tiefsten Basispunkt, der genau unterhalb der Spitze des Kristalles zu liegen kommt, als wahrscheinlichsten Keimpunkt ansehen darf.

Der Kopf des Kristalles wird durch das Rhomboeder $02\bar{2}1$ ($-2R$) und durch ditrigonale Pyramiden begrenzt (Fig. 1). Die Spitze und einige Kanten sind etwas abgestoßen, aber leicht rekonstruierbar. Das glatte, glänzende und auffallend einheitlich ausgebildete Rhomboeder wird hauptsächlich von der nur wenig schmäler entwickelten ditrigonalen Pyramide $13\bar{4}1$ begleitet, welche mit $(\bar{2}021)$ und dem Prisma $(11\bar{2}0)$ in Zone liegt. Die Pyramide $13\bar{4}1$ besitzt

---

[1] A. v. Loehr teilte mir mit, daß als Fundort „Madagaskar" angegeben werde, doch ist, wie bei vielen anderen Fundortsangaben der Juwelenhändler, damit leider keine Gewähr für die Richtigkeit gegeben. Hintze (Handbuch der Mineralogie) zitiert einen Fundort „Tamawate" in Madagaskar.

durchgehends matte, etwas unruhig, wie eine gegossene Masse aussehende Flächen. Nur in der Form schmalster Kantenabstumpfungen ist noch eine weitere ditrigonale Pyramide (21$\bar{3}$1) ausgebildet. Sie liegt in je zwei Flächen an den scharfen Kanten der Form (13$\bar{4}$1) und bildet mit letzterer parallele Kanten. Die sehr kleinen Kanten gegen das Rhomboeder laufen parallel der kurzen Diagonale dieser Fläche (// vertikale Symmetrieebene). Durch diese Angaben ist die bezeichnete Form festgelegt.

Die Prismenzone ist, wie bei Turmalinen in der Regel, sehr stark vertikal gestreift. Im wesentlichen entspricht der sechseckige Querschnitt der Spur des Prismas (11$\bar{2}$0). Die theoretischen Vertikalkanten dieses Prismas sind gerundet und lassen eine (10$\bar{1}$0)- und ($\bar{1}$010)-Ausbildung mehr erraten als direkt mit dem Maßstabe messen. Hiebei ist das trigonale Prisma (10$\bar{1}$0) etwas schärfer angedeutet als das analoge Prisma ($\bar{1}$010). Die (11$\bar{2}$0)-Flächenkomplexe werden nur zum kleinsten Teile von dieser Form selbst gebildet. In der Hauptsache ist es ein dem (11$\bar{2}$0) nahestehendes ditrigonales Prisma (oder mehrere solche), welches in oszillierender Kombination die dichte, sehr unruhige Vertikalstreifung der Prismenzone liefert[1]. Die Unmöglichkeit, die feine Oszillationsriefung für Trachtstudien zu verwenden, ließ von einer rein kristallographischen Verfolgung der einzelnen Flächenanteile in der Prismenzone Abstand nehmen, um so mehr, als die 11$\bar{2}$0 mit hinreichender Genauigkeit als Trachtträger angesetzt werden kann.

Aus den zahlreichen Einzelbeschreibungen von Turmalinkristallen, wie solche insbesonders G. vom Rath von den Elbaner Vorkommen geliefert hat (vgl. auch hiezu Hintze p. 345), erhellt, daß das in bezug auf die pyroelektrische Erregbarkeit antilogene Ende der Vertikalachse zumeist durch das Rhomboeder ($\bar{2}$021), das analoge Ende durch das Rhomboeder (01$\bar{1}$2) ausgezeichnet ist, wobei letzteres Ende häufiger frei entwickelt sein soll. In unserem Falle ist das Ende mit ($\bar{2}$021), also nach dem eben Gesagten der antiloge Pol frei ausgebildet. Eine Überprüfung des Basisstückes auf die Art seiner pyroelektrischen Erregbarkeit ergab in der Tat bei der Abkühlung die rauhe Basisfläche als negativ, die geschnittene Oberseite positiv geladen, d. h. die Unterseite entspricht dem analogen, die Spitze dem antilogen Pol des Kristalles.

Es ist von vornherein selbstverständlich, daß die einzelnen verschiedenfarbigen Schichten auch in ihrer elektrischen Polarität streng parallel gerichtet sein müssen und demnach alle das antiloge Ende nach außen kehren. Tatsächlich ist auch im ganzen Verlaufe der Untersuchung der einzelnen Platten an keiner einzigen

[1] In der Literatur (vgl. hiezu die ausführliche Zusammenstellung in Hintze's „Handbuch ...“) wird ein Prisma 8.5.$\overline{13}$.0 angeführt. Dieses, oder ein demselben nahestehendes Prisma ist jedenfalls am Aufbau beteiligt.

Stelle eine Andeutung des Grundrhomboeders $(10\bar{1}1)$ und der Fläche $(01\bar{1}2)$ zu beobachten gewesen; im Gegenteil beschränkten sich die inneren Schichten zumeist auf die Kombination der Prismenzone mit $(\bar{2}021)$.

Wie sich bei der ganzen Art des Problemes von selbst versteht, konnte nur jene Methode der Trachtmessung angewendet werden, wie sie zuerst in der Studie über die „Kristalltrachten des Zinnsteines“ und dann auch von F. Becke bei dem Studium der Plagioklaszwillingstrachten[1] benützt wurde, d. h. es mußten aus Kantenlängen, Flächenbreiten und ähnlichen Messungsdaten unter Verwendung vielfacher Hilfskonstruktionen die Zentraldistanzen (Zd) ausgewertet und auf den Idealkristall umgerechnet werden[2]. Die nach dieser Methode ermittelten „relativen Zd“ des gesamten Kristalles sind folgende:

Zd	$10\bar{1}0$	$\bar{1}010$	$11\bar{2}0$	$\bar{2}021$	$31\bar{4}1$ [3]	$21\bar{3}1$	0001
Gemessen .	2,36	2,38	2,10	6,32	5,05	6,31	(8,92)
Relativ . .	0,606	0,612	0,540	1,625	1,298	1,622	(2,293)

Eingeklammerte Zahlen bedeuten virtuelle Zd.

Wachstumsverhältnisse der einzelnen Schichten.

Die Untersuchung gewann erst an Interesse, als der Versuch unternommen wurde, das Wachstum der einzelnen Schichten messend zu verfolgen. Um zunächst ein Bild von dem Aussehen der einzelnen Platten zu geben, sei auf die Figurenreihe der Abb. 2 verwiesen, welche jeweils die Oberseite einzelner Turmalinplatten darstellt. Raummangelshalber konnte nur jede zweite Platte abgebildet werden. Dabei sind die Platten von unten angefangen fortlaufend numeriert (1—8). Da die Rhomboeder und ditrigonalen Pyramiden schräg zur Plattenfläche liegen, sind die Unterseiten in ihren Abmessungen der verschiedenfarbigen Schichten natürlich etwas anders. Gerade durch diese leicht feststellbare Tatsache lassen sich die Pyramiden leicht von den Flächenanteilen der Prismenzone, die auf Ober- und Unterseite gleiche Abmessungen besitzen, unterscheiden. Um die Lage und noch mehr die Mächtig-

[1] Tscherm. Min.-petr. Mitt. **29**. p. 445. 1910.

[2] Vgl. hiezu die ausführlichere Zusammenstellung über hiehergehörige Probleme in des Verfassers „Neuere Studien über Kristalltrachten“. Fortschritte der Miner., Krist. u. Petr. **2**. p. 41. 1912.

[3] Für die stumpfe Kante der ditrigonalen Pyramide ist die gemessene Zd = 5,18, die zugehörige relative Zd = 1,332.

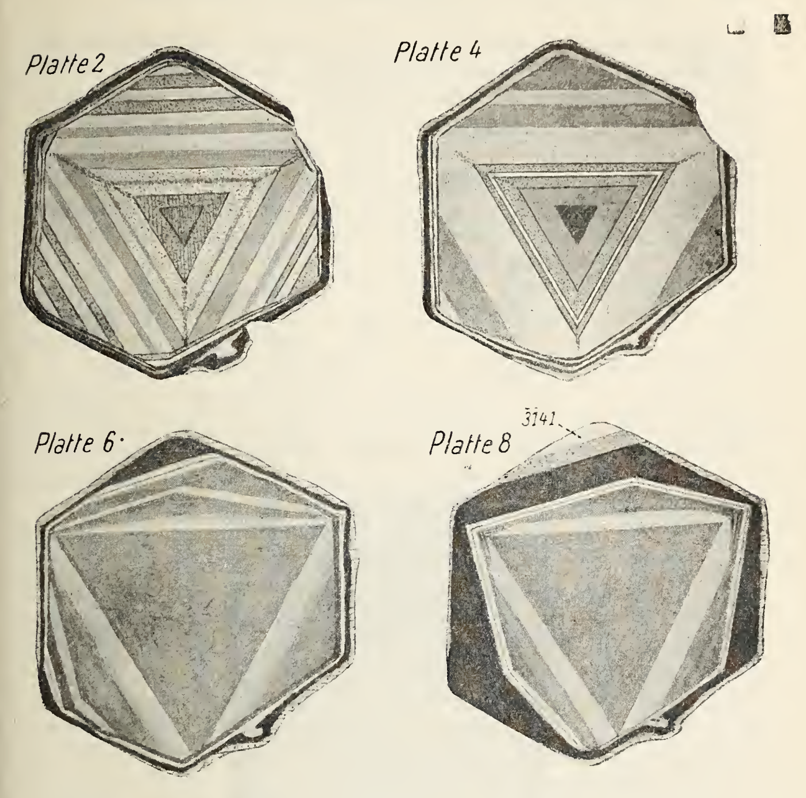


Fig. 2. Oberansicht der Platten 2, 4, 6, 8 in natürlicher Größe. (Punktiert = Rosa, strichpunktiert = Lichtbraun, vertikal schraffiert = Grau, letzteres schimmert durch die Rosa-Oberschichte durch. Das übrige sind verschiedene Abstufungen von Grün. Vgl. hiezu auch den Längsschnitt Fig. 3.)

keit[1] der Einzelschichten genau einzutragen, wurde ihr jeweiliger Schnitt mit der Oberseite bezw. Unterseite sorgfältig unter der Lupe mit $\frac{1}{10}$ mm-Maßstab gemessen und in einem Vertikalschnitt in Profilform eingetragen (Fig. 3). So ergänzten sich die übereinandergeschichteten Platten in ihren Profilen bald zu einem voll-

[1] Ein gutes Mittel, die infolge der Schräglage der Flächen verschwommene Abgrenzung der Schichtpakete zu beseitigen, besteht darin, daß man die Platten derartig schräg gegen das Licht hält, daß die Schichte (z. B. des Rhomboeders) genau parallel zu den Lichtstrahlen liegt. Dadurch läßt sich die wahre Mächtigkeit der Schichte in voller Schärfe abmessen und gleichzeitig auch eine reinliche Scheidung der oft ungemein zarten, verschieden abgetönten Schichten vornehmen.

ständigen Längsdurchschnitt, der hinreichende Anhaltspunkte für die Abmessungen der einzelnen Schichten bot.

Wie schon an den Platten selbst erkennbar, konnten die grünen, die farblosen und die roten Schichten ziemlich scharf gesondert werden. Die saftgrünen und faulgrünen Schichten boten dagegen in der Abgrenzung so bedeutende Schwierigkeiten, daß man mehrfach gezwungen war (besonders wegen der ungemein geringen Prismenentwicklung), mehrere solcher zu einer gemeinsamen Schichte zu vereinigen[1].

Fig. 3. Ein unkorrigierter Längsschnitt $10\bar{1}0$—$\bar{1}010$.

Eine ganz seltsame Erscheinung zeigten die Rosaschichten. Diese scheinen in den Platten 1—4 förmlich von den Rhomboederkanten auszustrahlen (Fig. 2). Diese Kanten sind im Gebiete der Rosaschichten selbst intensiver gefärbt und ragen auch noch in die andersfarbigen Schichten hinein. Die intensivere Färbung in den Kanten erinnert an die analog geformte Schmutzansammlung in den Kanten mancher wachsender Gipskristalle. Eine Konzentrierung

[1] Der Pleochroismus kommt dabei kaum in Frage, da alle Beobachtungen und Messungen so vorgenommen werden mußten, daß das Licht parallel oder mindestens angenähert parallel zur Hauptachse hindurchging.

des „Farbstoffes" ist aber schon deshalb ausgeschlossen, weil die Farbe sicherlich nicht als Fremdkörper dem Kristalle zugehört, sondern ihm gemäß seiner chemischen Zusammensetzung eigen ist.

Versucht man sich ein Bild zu machen, wie der wachsende Kristall unmittelbar nach der Ablagerung der Rosaschichte ausgesehen haben könnte, so gewinnt man den Eindruck, als wäre der Kristallkopf sehr stark skelettartig gewachsen und hätte an Stelle der Rhomboeder tiefe Kassetten besessen, die durch die folgende, anders gefärbte und anders zusammengesetzte Schichte wieder ausgeheilt wurden. Eine wirklich allseits befriedigende Erklärung dieser lichtroten Kantenfortwachsungen ist bisnun noch nicht gelungen.

Im übrigen sei hinsichtlich der Farbverteilung auf die Figurenerklärungen von Fig. 2 und 3 verwiesen.

Mit der Rekonstruktion eines aus den Einzelabmessungen entsprechend schematisierten Profilschnittes waren die wesentlichsten Vorbedingungen für die folgenden Auswertungen gegeben.

Es ist eine logische Grundannahme, daß die Zentraldistanzen (Zd) proportional den Wachstumsgeschwindigkeiten sind, letztere sind aber bei geschichteten Kristallen proportional der Schichtdicke. Fragt man, wie der Kristall aussähe, wenn die betreffende Schichte allein von einem Keimpunkt gewachsen wäre, so hätte man sich einfach vorzustellen, daß vom Keimpunkt aus die gemessenen Schichtdicken in den entsprechenden Richtungen als Zd aufgetragen sind. Für das Wachstum ist nicht die Masse der an einer Fläche angelagerten Schichte maßgebend, sondern das Verhältnis der in derselben Zeit auf den einzelnen Oberflächenanteilen gewachsenen Schichtdicken. Anders ausgedrückt: Der Querschnitt des der Schichte entsprechenden Idealkristalles ist nicht flächengleich mit der gemessenen Querschnittsfläche der Schichte, sondern die, bestimmten Flächennormalen zukommenden, gemessenen Schichtbreiten geben allein die Maße für die Konstruktion des Idealschnittes.

Dabei ergibt sich allerdings sehr häufig der Fall, daß die gemessenen Schichtdicken (= Zd) untereinander nicht verträglich sind. Becke unterschied bekanntlich reelle und virtuelle Flächen, welch letztere genau die Kombinationskante der zonar benachbarten Flächen tangieren, also nicht mehr als Flächen (Kanten- oder Eckenabstumpfungen) zur Ausbildung kommen. Geht man z. B. vom Querschnitt mit gegebener $11\bar{2}0$-Zd aus, so müßte eine reelle $10\bar{1}0$-Zd kleiner, eine virtuelle $10\bar{1}0$-Zd genau gleich sein der halben Diagonale des von der $(11\bar{2}0)$ gebildeten Sechseckes. In unserem Falle ist aber die Zd $10\bar{1}0$ öfters größer als dieser höchstzulässige Wert. Es liegen keine Messungsfehler vor, ebensowenig darf aber diese Tatsache vernachlässigt werden. Die Wachstumsmechanik von Schichtkristallen gibt leicht Aufklärung. Man darf eben nie vergessen, daß eine neue Schichte

nicht von einem idealen Keimpunkt aus wächst, sondern von einer schon gegebenen, ihr eigentlich fremden Kernform. Dieser Kern trägt z. B. Flächen, die für die wachsende Schichte virtuell sein sollen, d. h. gar nicht zu erwarten wären. Da muß nun zuerst durch übertriebenes Wachstum diese schichtfremde Fläche zum Verschwinden gebracht, also der für die betreffende Schichte normale Zustand einer virtuellen Fläche in dieser bestimmten Richtung hergestellt werden, ehe das Wachstum so fortschreiten kann, als wäre der Kristall einheitlich vom Keimpunkt aus gewachsen. Es ist genau der gleiche Vorgang wie beim Ausheilen einer abgebrochenen Ecke oder Kante eines Kristalles. Eine einfache Überlegung zeigt sofort, daß z. B. die Kante eines Würfels nie völlig auszuheilen vermöchte, wenn man annähme, daß in der Diagonale die wachsende Schichtdicke bloß $\sqrt{2}$mal so groß wäre, wie die Dickenzunahme der Würfelfläche, ein Verhältnis, welches tatsächlich bei dem unbeschädigten Würfel besteht (vgl. hiezu Fig. 5 u. 6). Es würde zwar die relative Größe der Verwundung abnehmen, zu Null würde sie aber erst dann, wenn die anderen Flächen unendlich groß würden, was natürlich unmöglich ist. Nun sieht man aber tatsächlich an Kristallen Ausheilungen in kürzester Frist, richtiger gesagt, in kürzestem Abstande von der Wunde erfolgen, ohne eine Spur der Verletzung zu hinterlassen. Demnach muß auch hier ein Wachstum angenommen werden, welches größer ist, als dies durch die einfache virtuelle Zd dieser Richtung gekennzeichnet wird. Wir wollen diese übermäßig vorauseilenden, dem Ausheilen förderlichen Zd als „supervirtuelle Zd" den einfach virtuellen gegenüberstellen.

Für die Bestimmung der Tracht scheinen sie bei der Anfertigung der üblichen Risse keine Bedeutung zu haben. Sie können einfach auf die gewöhnlichen virtuellen Zd umgerechnet werden, da sich in den supervirtuellen Zd ja nur die Beziehung zu der schichtfremden Kernform ausdrückt, nicht aber der dieser Schicht zukommende Eigencharakter rein zum Vorschein kommt.

Da, wie oben auseinandergesetzt, das zur Berechnung der relativen Zd nötige „Volumen" nicht jenes der Schichte, sondern jenes des mit den Schichtdicken (= Zd) konstruierten Schemakristalles ist, fallen die supervirtuellen Zd aus der Berechnung aus. Sie zeigen nur an, daß in dieser Richtung der Kristall sich so verhält, als wäre er verwundet und müßte ausheilen. Das Ausheilen kann nun höchstens dazu führen, daß die betreffende Zd endlich den echten virtuellen Grenzwert erreicht. In den einzelnen aufeinanderfolgenden Stadien des Ausheilens wäre das Verhältnis derartig, daß die zunächst miteinander nicht verträglichen reellen und supervirtuellen Zd sich allmählich in ihrem Verhältnis verschieben und sich das Wachstumsgleichgewicht so bis zur Ausbildung echt virtueller Zd hinaufentwickelt.

Die folgende Tabelle (p. 282) gibt die nach den angegebenen Gesichtspunkten erschlossenen reellen, virtuellen (), bezw. supervirtuellen [] Zd der einzelnen unterscheidbaren Schichten.

Im einzelnen sei hiezu noch folgendes bemerkt (vgl. Fig. 3).

Schichte I = *Kern*. Von dem *grauen* Kern ist nur der Kopf mit $\bar{2}021$ bezw. virtueller 0001 verläßlich zu ermitteln gewesen. Die Prismenzone ist hypothetisch. Im Basisstück sieht man bei scharfer Durchleuchtung die $\bar{2}021$-Fläche und Parallele hiezu in Form scharfer Spurlinien noch ziemlich tief abwärts, schräg gegen außen verlaufen. Auf der $10\bar{1}0$-Seite dagegen (entsprechend der $\bar{2}021$-*Kante*) sind solche Spuren nicht zu sehen. Auf Grund dieser Wahrnehmungen sind in der Zeichnung (Fig. 3) die Umgrenzungslinien des Basisstückes eingetragen.

Eine irgendwie erkennbare Andeutung trigonaler Prismenentwicklung ($10\bar{1}0$ oder $\bar{1}010$) im Kerne wurde nicht beobachtet, weshalb die trachtbeherrschende $11\bar{2}0$-Fläche auch hier als die alleinige Formträgerin angesehen wurde.

Schichte II. Diese ist eigentlich aus mehreren, nicht scharf abgrenzbaren, sehr hellfarbigen Einzelschichten zusammengesetzt und gegen innen und gegen außen je durch eine deutlich rosafarbige Lage begrenzt. Im Innern wechseln sehr blaß rosa und grün gefärbte, zarte Schichten miteinander ab. Hier waren auch die trigonalen Prismen $10\bar{1}0$ und $\bar{1}010$, ersteres in stärkerer Flächenbreite, also geringerer Schichtdicke entwickelt; gleichzeitig war eine starke Wachstumsverminderung in der Hauptachse zu beobachten.

Die Schichte II mit ihren durchwegs reellen Flächen ist auch jene, welche sich in ihrer Tracht am meisten dem Gleichgewichtszustande nähert, d. h. bei der die einzelnen Zd nahezu gleich sind und fast den Wert = 1 aufweisen.

Schichte III. Die folgende, nahezu farblose, schwach grünliche Schichte zeigt eine Verschiebung in der Prismenzone insofern, als die $10\bar{1}0$ im Wachstum voreilt, die $\bar{1}010$ dagegen zurückbleibt, so daß mit $11\bar{2}0$ und $\bar{1}010$ ein neunseitiges Prisma entstünde, wäre diese Schichte allein gewachsen[1]. Das Wachstum in der Hauptachse ist wieder gestiegen.

Schichte IV. Diese deutlich rosafarbige Schichte ist wieder durch ein starkes Zurücktreten des Längenwachstums auffallend.

Schichte V. In dieser grünen Schichte ist im Gegensatz zu IV das Längenwachstum mächtig gefördert.

---

[1] Schon von Schichte II an, sicher aber von Schichte III an, lassen sich die Verhältnisse in der Prismenzone ganz gut messen, so daß hier keine hypothetischen Werte der Zd eingesetzt erscheinen. Die scharfen, in den einzelnen, geschliffenen Platten sichtbaren Querschnitte durch die einzelnen Prismenanteile der 12 Anwachsschichten lassen die Schwankungen in der Gewichtigkeit der die Tracht bestimmenden Prismenflächen gut verfolgen.

Gemessene Zd in mm						Schichte	Relative Zd					
10$\bar{1}$0	$\bar{1}$010	11$\bar{2}$0	$\bar{2}$021	31$\bar{4}$1	0001		10$\bar{1}$0	$\bar{1}$010	11$\bar{2}$0	$\bar{2}$021	31$\bar{4}$1	0001
(14,0)	(14,0)	12,3	18,02	—	25,7	I grau	(0,845)	(0,845)	0,732	1,071	—	(1,529)
5,4	6,4	6,3	7,3	—	7,5	II rosa u. grün sehr hell	0,776	0,920	0,905	1,053	—	1.077
(0,8)	0,6	0,7	(3,3) [5,2]	—	4,0	III farblos schwach grünl.	(0,457)	0,343	0,400	(1,89) [2,98]	—	2,29
(0,345) [0,8]	(0,345) [0,8]	0,3	(0,6) [1,22]	—	0,5	IV rosa	(0,827) [1,915]	(0,827) [1,915]	0,717	(1,435) [2,92]	—	1,196
(0,115) [0,2]	(0,115) [0,2]	0,1	(0,84) [1,03]	—	1,1	V grün	(0,440) [0,763]	(0,440) [0,763]	0,382	(3,21) [3,93]	—	4,20
(0,24) [0,4]	0,24) [0,3]	0,2	(0,53) [0,86]	—	0,5	VI rosa	(0,702) [1,216]	(0,702) [0,913]	0,608	(1,611) [2,605]	—	1,520
(0,24) [0,5]	0,2	0,2	(3,0) [3,2]	—	4,0	VII licht bräunlichgrün	(0,372) [0,775]	0,310	0,310	(4,65) [4,96]	—	6,200
(0,37) [0,40]	(0,37) [0,40]	0,33	6,0	—	(8,2) [9,0]	VIII faulgrün	(0,332) [0,348]	(0,332) [0,348]	0,287	5,216	—	(7,128) [7,825]
(0,123) [0,15]	(0,123) [0,15]	0,1	(0,8)	—	(1,0)	IX grün	(0,434) [0,564]	(0,434) [0,564]	0,376	(3,006)	—	3.760
(0,25)	(0,25)	0,20	(4,54) [8,7]	3,123	(6,4) [13,4]	X faulgrün	(0,330)	(0,330)	0,286	(6,567) [12,429]	4,465	(9,143) [19,143]
(0,25)	(0,25)	0,22	(1,60) [1,8]	(1,20) [1,854]	2,0	XI grün	(0,425)	(0,425)	0,411	(2,985) [3,359]	(2,240) [3,460]	3,730
0,45	(0,50)	0,45	7,5	(5,36)	(11,0) [14,3]	XII schwarzgrün	0,301	(0,348)	0,301	5,016	(3,590)	(7,375) [9,580]
0,5	(0,64) [0,7]	0,533	3,2	(2,39) [2,44]	(4,65) [5,2]	XIII lichtbraun	0,372	(0,476) [0,5203]	0,3965	2,380	(1,780) [1,815]	(3,460) [3,865]

Schichte VI verhält sich fast genau wie Schichte IV.

Die dreiseitigen Pyramidenstümpfe, gebildet aus rosa, grün und wieder rosa gefärbten, übereinandergestülpten Kappen, verleihen der 4. Platte (vgl. die Fig. 3) einen ganz besonderen Farben- und Formenreiz, der sich leider in einer einfachen Oberflächendarstellung nicht im entferntesten wiedergeben läßt (vgl. Fig. 2).

Schichte VII. Diese lichtgrüne Schichte hat einen Stich ins Braune und weicht dadurch von der Schichte V ab. Neben dem Längenwachstum ist neuerlich die Ausbildung des trigonalen Prismas $\bar{1}010$ bemerkenswert.

Schichte VIII. Von hier ab wird insbesondere die Bewertung des Wachstums in der Richtung der c-Achse ungemein schwierig, was teils mit der größtenteils dunkelfaulgrünen Eigenfärbung, teils mit dem raschen, aber nicht scharfen Wechsel dunkler und heller Schichten im Zusammenhang steht. So mußten trotz deutlich erkennbarer Mittelschicht in Schichte VIII zwei dunkle und eine helle Lage vereint behandelt werden.

Verläßlich sind außer der Prismenzone die $\bar{2}021$-Messungen; der Zd_{0001} haftet schon eine gewisse Unsicherheit an, immerhin dürfte aber, wie aus der Platte 7 erhellt (Fig. 3), die Bewertung nicht allzu große Fehler enthalten. Das rasche Wachstum in der c-Richtung ist zweifellos. Der gemessene oder messend geschätzte supervirtuelle Wert unterscheidet sich nur wenig von dem echten, aus $\bar{2}021$ resultierenden virtuellen Wert der Zd_{0001}.

Schichte IX. Die scharf ausgeprägte lichtgrüne Schichte ermöglichte recht gute Messungsresultate, die sich mit jenen von Schichte V decken.

Schichte X. Hier ist ein ähnlicher Fall wie bei Schichte VIII. Auch bei diesem dunkelfaulgrünen Schichtpaket war eine hellere Mittelschichte erkennbar, aber zur Messung nicht verwendbar. Gleichwohl wurde sie zur sichereren Einschätzung der hypothetischen Zd_{0001} benützt. Ganz besonders interessant ist das erstmalige Auftreten der ditrigonalen Pyramide $(31\bar{4}1)$[1]. Sie vor allem deutet darauf hin, daß seit der kräftigeren Entwicklung der grünen Schichten das Längenwachstum stark gesteigert wurde, treten doch nach F. Becke derartige „Notflächen“ mit Vorliebe als Vermittler zwischen einer langsam wachsenden (Prismen-) Zone und einer rasch voraneilenden Flächengruppe (Spitze) auf.

Schichte XI. Innerhalb der Platten 5—8 bildet diese hellgrüne Schichte neben der Prismenzone nur noch die ditrigonale

---

[1] Im Profil ist natürlich nur die stumpfe Kante der $31\bar{4}1$-Pyramide zu sehen. Da die Flächennormale selbst von der Schnittebene des Profiles nicht weit abliegt, gibt diese Kantenprojektion trotzdem ein recht anschauliches Bild von der Lage der für unsere Kombination so bezeichnenden Fläche $31\bar{4}1$.

Pyramide aus. Weder $\bar{2}021$ noch 0001 sind erkennbar, da diese sich in dem ganz undurchsichtigen Kopfe bergen. Die Eintragung der Schichtbegrenzung wurde hypothetisch unter der Voraussetzung vorgenommen, daß von Schichte X an bis zur äußeren Umgrenzung die ditrigonale Pyramide ziemlich konstanten Anteil an der Tracht nimmt, also kaum noch tiefer in den Kristallkopf hineinführen kann, und daß im übrigen sich diese grüne Schichte ähnlich verhalten werde, wie die schon unter günstigeren Bedingungen gemessenen Schichten V und IX.

Schichte XII. Auch bei der *schwarzgrünen* Schichte, der dunkelsten des ganzen Kristalles, ist die Bewertung von $\bar{2}021$ und 0001 unsicher, wogegen die anderen Werte, insbesondere die reelle $10\bar{1}0$ sicherstehen. Da der Kopf kaum an den Kanten durchscheinend war, wurde der dunkle Anteil des Kopfes als ziemlich dicht unter die Oberfläche reichend angenommen.

Schichte XIII. Die letzte Schichte ist auffallend licht, ausgesprochen *braun*. Hier ist zum ersten Male die äußerlich erkennbare $21\bar{3}1$ entwickelt. Von ihrer Auswertung hinsichtlich der Schichte XIII allein wurde abgesehen. Auch hier ist das trigonale Prisma $10\bar{1}0$ auffällig.

Bei allen Schichten, deren 0001-Entwicklung innerhalb des undurchsichtigen Kopfes liegt, wurde die Annahme gemacht, daß die Größe der hypothetischen *0001-Fläche* der einzelnen Schichten sich gesetzmäßig von der letzterkennbaren Flächenbreite der 0001 (in Platte 7) zur Spitze verjüngt.

Die gleiche Färbung einzelner Schichten ist von gleichartigen Verhältnissen der Zd begleitet, woraus sich schließen läßt, daß in diesem Einzelfalle den einzelnen Farben auch ganz bestimmte Wachstumstypen entsprechen.

Sehr nahe übereinstimmend sind die Rosaschichten IV und VI, ebenso die grasgrünen Schichten V, IX und XI und endlich die dunkel faulgrünen Schichten VIII und X. Dadurch verringert sich die Typenzahl auf 9.

Die Vereinigung der nahezu gleichen und gleichfarbigen Schichten zu Trachtmittelwerten liefert folgende Zahlen für die *relativen Zd*[1]:

Farbe	$10\bar{1}0$	$\bar{1}010$	$11\bar{2}0$	$\bar{2}021$	$31\bar{4}1$	0001
rosa	(0,766)	(0,766)	0,663	(1,45)	—	1,358
grasgrün . .	(0,450)	(0,450)	0,390	(3,05)	(2,24)	3,900
faulgrün . .	(0,330)	(0,330)	0,236	(5,56)	3,80	(7,75)

[1] Zur Ermittlung dieser Daten wurden jeweils die Mittelwerte der reellen Zd von $11\bar{2}0$ und 0001 (bezw. $\bar{2}021$) genommen und die übrigen virtuellen Zd auf dieser Grundlage ausgewertet.

Mit diesen Angaben ist die Fig. 4 gezeichnet, bei welcher durch Eintragung der Zd in den entsprechenden Richtungen innerhalb der Zonen [0001—$\bar{1}010$] und [$\bar{1}010$—$10\bar{1}0$] die gegenseitigen Beziehungen zum Ausdruck gebracht werden. Dabei ist die eben geschilderte Zusammenfassung einzelner Trachten zu Mittelwerten der Konstruktion zugrunde gelegt.

Die folgende Tabelle läßt im Vergleich mit Fig. 4 (p. 286) gewisse charakteristische Trachteigentümlichkeiten der verschieden gefärbten Schichten erkennen, welche, nach Trachttypen zusammengestellt, etwa folgendes Bild geben.

Farbe und Schicht-nummer	Prismenzone	Ausbildung des Kopfes	Längen-wachstum (kleinste Zd_{0001} dient als Einheit)
sehr blaß, rosa und grün wechselnd II	neben $11\bar{2}0$ *beide* trigonale Prismen ($10\bar{1}0$ *und* $\bar{1}010$)	endigt mit 0001 und Rhomboeder ($\bar{2}021$)	1
rosa IV, VI	$11\bar{2}0$ allein	0001 allein	fast = 1
grasgrün V, IX, XI	$11\bar{2}0$ allein	0001 allein ($\bar{2}021$ und $31\bar{4}1$ virtuell)	4
farblos III	neben $11\bar{2}0$ nur das negative Prisma $\bar{1}010$	0001 allein	2
licht bräunlichgrün VII	neben $11\bar{2}0$ nur das negative Prisma $\bar{1}010$	0001 allein	6
grau I	$11\bar{2}0$ allein	spitz mit $\bar{2}021$ endigend	$1\frac{1}{2}$
lichtbraun XIII	neben $11\bar{2}0$ noch das positive Prisma $10\bar{1}0$	spitz mit $\bar{2}021$ endigend	$3\frac{1}{2}$
schwarzgrün XII	neben $11\bar{2}0$ noch das positive Prisma $10\bar{1}0$	spitz mit $\bar{2}021$ endigend	7
faulgrün VIII, X	$11\bar{2}0$ allein	spitz mit $31\bar{4}1$ endigend	$7\frac{1}{2}$

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß eine einfache, lineare Beziehung zwischen der Farbintensität oder einer bestimmten Farbenfolge und der Trachtänderung *nicht* besteht. Die Anordnung nach dem Verhalten des Längenwachstums, oder der Prismen-

zone oder nach der Form der Kopfausbildung führen jeweils zu verschiedenen Reihen, was insofern vorauszusetzen war, als die verschiedenen durch die Färbung markierten Turmaline ein derartig kompliziertes chemisches System darstellen, daß eine lineare Verschiebung der Konstanten kaum erwartet werden durfte.

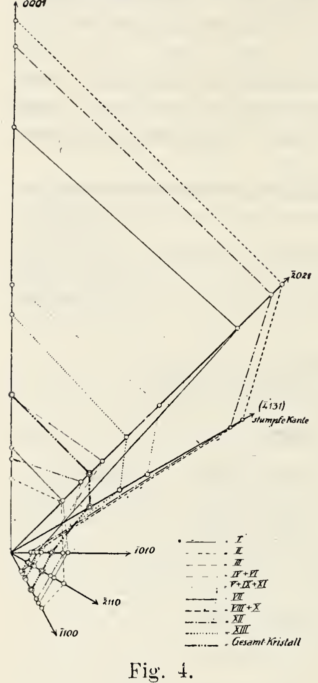


Fig. 4.

Leider ist die Paragenesis des Turmalinkristalls absolut unbekannt und macht es dadurch unmöglich, die hier ermittelten Trachtverschiedenheiten der Turmalinschichten an anderen Vorkommen nachzuprüfen und zu ergänzen.

Im allgemeinen wird man für hellfarbige, rosa, lichtgrüne oder farblose Turmaline eine kurze, mit 0001 abschließende Säule erwarten dürfen. Die dunklen, mehr bräunlich getönten Kristalle pflegen langsäulig und spitz zu sein. Dem kann man freilich die Rubellitsonnen entgegenhalten, die auffallend gestreckte Formen aufweisen, wie andererseits ganz braune und schwarze Turmaline mit kurzer c-Ausdehnung bekannt sind. Die Tatsache, daß sich, wie vorliegendes Beispiel zeigt, vielfach in den „schwarzen" Turmalinen Schichtkristalle kompliziertesten Aufbaues und verschiedenartigster Färbung verbergen, läßt eine Überprüfung der Sammlungskristalle um so problematischer erscheinen, da die äußere Färbung sich bei dunklen Kristallen als nicht maßgebend erwiesen hat.

Ganz aussichtslos muß es aber bleiben, Schlußfolgerungen über die Trachten ableiten zu wollen, ohne durch die Paragenesis auch nur die geringste Andeutung über die während des Wachstums herrschenden Bedingungen (vor allem Lösungsgenossen) zu besitzen. Turmalintrachtstudien, welche den Zweck verfolgen, den Zusammenhang zwischen Färbung, bezw. chemischer Zusammensetzung und Tracht einwandfrei festzustellen, müßten an ganz anderen, einfarbigen und paragenetisch gut bekannten Kristallen vorgenommen werden.

Schichtenbau und Ausheilungsmechanismus.

Schon an früherer Stelle wurde darauf hingewiesen, daß die Fortwachsung eines bestehenden Kristalles mit einer isomorphen Schichte zu Verhältnissen führt, welche dem Ausheilen eines be-

schädigten Kristalles gleichwertig sind. Gleichzeitig wurde aber aufmerksam gemacht, daß ein Ausheilen nicht möglich wäre, wenn man bloß die Wachstumsgeschwindigkeiten des unbeschädigten Kristalles zugrunde legt.

Die maßgebenden Verhältnisse könnten etwa folgendermaßen umschrieben werden.

Nach unseren, hauptsächlich auf Curie[1] zurückgehenden Vorstellungen von den Wachstumsvorgängen befindet sich der Kristall mit der Mutterlauge jeweils im Gleichgewicht, solange die Bildungsbedingungen (Temperatur, Druck, Konzentration, Lösungsgenossen usw.) nicht die geringste Veränderung erfahren haben. Für die bestehenden Bedingungen ist dieses Gleichgewicht von der Oberflächenformation und mithin von dem Minimum der Oberflächenspannung abhängig, d. h. am wachsenden Kristall bleibt ceteris paribus die Form ungeändert, da nur diese eine Tracht das Gleichgewicht unter den obwaltenden Bildungsbedingungen darstellt. Die Masse des Kristalles grenzt sich mit einer Oberfläche gegen die Lösung ab, welche nach W. Gibbs[2] einerseits von der Flächengröße, andererseits als unstetige Funktion von der kristallographischen Lage der einzelnen Flächen abhängt.

Unter Außerachtlassung aller molekular- oder atomtheoretischen Raumgitterannahmen, welche jetzt um so unsicherer sind, seitdem wir wissen, daß der ursprüngliche Begriff des Kristallmoleküles als Gitterbaustein nicht mehr aufrecht erhalten werden kann[3], läßt sich aus den obigen ganz allgemeinen Grundvorstellungen mit zwingender Notwendigkeit der Schluß ableiten, daß jede gewaltsame Formänderung des wachsenden Kristalles sofort die vollständige Zerstörung des Gleichgewichtes zur Folge haben muß, daß demnach die am Normalkristall geltenden Wachstumsverhältnisse nicht direkt auf die Ausheilung übertragbar sind.

Wie schon Wulff[4] hervorhob, lassen sich an einer wachsenden Kristallfläche, ohne weitere Annahmen zu machen, zweierlei Wachstumsformen unterscheiden: 1. in der Flächennormalen = „Wachstum“ im engeren Sinne, 2. tangential zur Fläche = „Ausbreitung“. Erstere Form besorgt im wesentlichen die Volumsvergrößerung (Fig. 5, a_1 und a_2), letztere die Vergrößerung der Oberfläche (b_1 und b_2), durch die erst die Kanten zur Ausbildung gelangen. Während die Anlagerung entsprechend a_1 und a_2 mechanisch leicht verständlich ist, wird die Kantenausbildung der Fläche F_1 durch die „Ausbreitung“ KLM, jene

[1] Bull. soc. min. 1885. 8. 145.
[2] W. Ostwald, Allg. Chemie. 2. (2.) 141—147.
[3] Vgl. hiezu die zahlreichen neueren Arbeiten über Kristallröntgenographie von Laue, Bragg usw.
[4] G. Wulff, Zeitschr. f. Krist. 34. p. 449. 1901.

der Fläche F_2 durch K L N dargestellt. Es ist sofort ersichtlich, daß die Grenze K L in direkter Rückverlängerung zum Keimpunkt O führen muß, bezw. daß jede Fläche sich entsprechend der Anwachspyramide[1] vorschiebt.

Nun denke man sich eine Verletzung des Kristalles. Der Einfachheit halber sei angenommen, die Verwundung gehe parallel der Kante eines prismatischen Körpers, so daß mit Verzicht auf die 3. Dimension das Querschnittsbild eine ausreichende Vorstellung des Verhaltens zu geben vermag (Fig. 6). Diesmal sind die Flächen F_1 und F_2 durch die Wundstelle K_1K_2 begrenzt. Ein Fortwachsen nach dem Normaltypus ergäbe für F_1 die „Ausbreitung" K_1ML_1 und für F_2 die „Ausbreitung" K_2NL_2, d. h. die Wundstelle würde

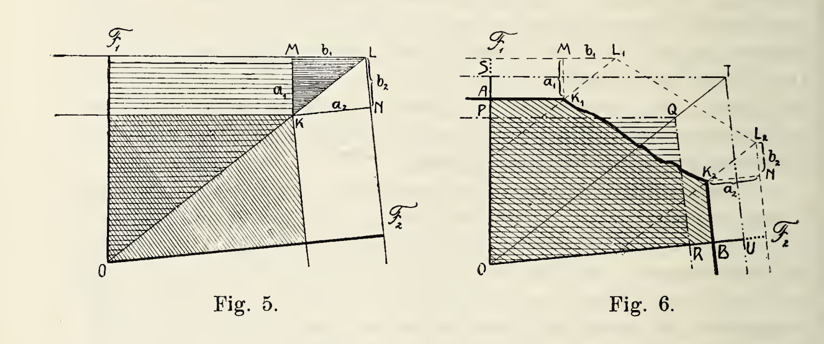


Fig. 5. Fig. 6.

sich mit einer Fläche bedecken, welche von unveränderlicher Breite bliebe, also nie zur Ausheilung zu führen vermöchte.

Diese kann nur dann erfolgen, wenn die in diesem Falle der Gleichgewichtsstörung die „Ausbreitung" bedeutend intensiver verläuft.

Das kann etwa folgendermaßen verstanden werden. Die durch die Verwundung verringerte Masse würde für sich allein unter den gegebenen Bildungsbedingungen einer Ausbildungsform O P Q R entsprechen, wobei O P Q R flächengleich, bezw. volumsgleich mit dem verletzten Kristall (OAK_1K_2B) ist. Wäre also der Kristall mit der Lösung im Gleichgewicht, so könnte er nur an der theoretischen Oberfläche P Q R fortwachsen. Damit ist aber der „Ausbreitungs"bereich von K_1 (K_2) bedeutend erweitert, das „Wachstum" dagegen verzögert (von A nach S). Es wäre der Fall gar nicht undenkbar, daß die Störung des Gleichgewichtes die Abtragung einer Schichte und gleichzeitige Auffüllung der Wundstelle

[1] F. Becke, Lotos v. 26. XI. 1892.

bis zur Herstellung der Normalform veranlassen könnte[1]. Der hiezu nötige Energieaufwand wäre eben dadurch gegeben, daß ja infolge der Verwundung und der dadurch hinzutretenden neuen Diffusionskonstante ein Überschuß über das mögliche, den Bedingungen entsprechende Minimum der Oberflächenspannung vorliegt. Wie ein Wärmegefälle zu einem allgemeinen Wärmeausgleich führt, so müßte auch hier die überschüssige Spannungsenergie einen Ausgleich im Sinne der theoretischen Form PQR herbeiführen.

Der Vorgang wäre demnach so, daß in Übereinstimmung mit der durch die Massenverringerung zurücktretenden kleineren, theoretischen Oberfläche das „Wachstum" von F_1 und F_2 etwas langsamer erfolgt (nach ST), dagegen jenes von K_1K_2 (= „Ausbreitung" von F_1 und F_2) beschleunigt erscheint. Vielleicht steht hiemit auch die so häufig beobachtete lockere Fügung und inhomogene Art der Ausheilung im Zusammenhang.

Ganz analoge Verhältnisse bestehen auch bei dem Übereinanderwachsen isomorpher Schichten. Die Kernschichte ist mit der neu wachsenden Schichte ebensowenig im Gleichgewicht wie der verletzte Kristall mit seiner Lösung. Die Hüllschichte wächst genau so, als wäre sie an einen verwundeten Kristall eigener Zusammensetzung angeschlossen und gehorcht demnach den gleichen Gesetzen.

Ersichtlich hat die stärkere „Ausbreitung" der die Kantenausheilung besorgenden Flächen (F_1 und F_2) zur Folge, daß der Schichtenansatz an der Störungsstelle rascher und ausgiebiger erfolgt, als dies sonst (KL) zu erwarten wäre. Darin aber wurzelt der Begriff der supervirtuellen Zd, wie er in der vorstehenden Notiz verwendet wurde.

Ob sich dieser Begriff auch wird beim Studium von Skelettbildungen verwenden lassen, kann erst eine dahinzielende Untersuchung lehren.

Wien, im April 1917.

---

[1] Es sei hier an die interessanten Versuche von Przibram (Formregulation verletzter Kristalle — Zeitschr. f. Krist. **39**. p. 577. 1904) erinnert, in denen diese theoretische Möglichkeit verwirklicht erscheint. Wenn es auch zweckmäßig wäre, noch umfänglichere diesbezügliche Beobachtungsreihen anzustellen, um das Rätselhafte des Vorganges völlig zu klären, sei doch hier auf diese theoretisch mögliche Erscheinung neuerlich verwiesen.

Synthetische Versuche zur Pyroxengruppe.

Von **Vera Schumoff-Deleano** (Wien).

Mit 3 Textfiguren.

In dem II. Band des Handbuches der Mineralchemie hat C. Doelter auf p. 533 eine dankenswerte Zusammenstellung von Pyroxenanalysen gegeben[1]. Es ergibt sich, daß unter 300 Analysen kaum 20 existieren, die einen Tonerdegehalt von mehr als 10 % besitzen. Am reichsten an Tonerde sind die alkalireichen Pyroxene (bis 10 % Alkali), da in ihnen das Silikat $NaAlSi_2O_6$ enthalten ist. Ähnliches gilt für das Eisensesquioxyd. Abgesehen von den ägirinhaltigen Pyroxenen, die auch Alkali ($NaFeSi_2O_6$) enthalten, ist der Gehalt an Fe_2O_3 zumeist ein geringer. In den alkalihaltigen Augiten wird der Gehalt von 17 % erreicht, während die alkalifreien Pyroxene nur 8—12 % Fe_2O_3 aufnehmen können.

Eine andere Frage ist die, ob großer Tonerdegehalt neben großem Eisengehalt möglich ist. C. Doelter berechnete die Analysen und fand, daß nur in den seltensten Fällen ein hoher Gehalt beider Sesquioxyde vorkommt. In einem Augit der Vulkane von Cap Verden fand C. Doelter z. B. neben 16,97 % Tonerde 15,37 % Eisenoxyd. Im allgemeinen zeigen Pyroxene mit sehr hohem Tonerdegehalt einen niedrigeren Gehalt an Eisenoxyd und umgekehrt.

Einige wenige Diopside existieren, die vollständig Fe-frei sind; ihr Tonerdegehalt reicht bis etwa 7 % (Augite von Bathurst und Amity, New York). Der von C. Doelter analysierte Augit von Praya (Cap Verden) enthält mit 14,01 % Al_2O_3 nur 2 % Fe_2O_3[2]; umgekehrt enthält der von A. Knop analysierte Augit aus dem Phonolith von Oberschaffhausen neben 13,23 % Fe_2O_3 nur 0,53 % Al_2O_3.

C. Doelter hält es für möglich, die Tonerdeaugite als der Formel $n(CaMgSi_2O_6) . Al_2O_3$ entsprechend aufzufassen[3]. E. Fixek stellte Mischungen von Diopsid mit Al_2O_3 und Fe_2O_3 her und erhielt homogene Schmelzen bis etwa 10 % Al_2O_3[4]. G. Tschermak[5] hatte auf Grund der Analysen von Rammelsberg die Ansicht ausgesprochen, daß der tonerdehaltige Augit als Mischkristall von $Ca(Mg, \ddot{F}e, Mn)Si_2O_6$ (Diopsid in weiterem Sinne) und des hypothetischen Silikates $(Mg, \ddot{F}e, Mn)(Al, \dddot{F}e)_2SiO_6$ aufzufassen sei.

[1] C. Doelter, Handbuch der Mineralchemie. **2.** 4. 533.
[2] C. Doelter, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **5.** 230. (1883.)
[3] C. Doelter, Handbuch der Mineralchemie. **2.** 586.
[4] E. Fixek, ebenda. 586.
[5] G. Tschermak, Min. Mitt. 1871. 30. — Beilage des Jahrb. k. k. geol. R.A. **21.**

F. Zambonini[1] hat Berechnungen ausgeführt, welche seiner Ansicht nach zeigen, daß der Ca-Gehalt nicht kleiner als der Mg- und Fe-Gehalt sein muß.

Auf Grund späterer Analysen mußte man aber allmählich eine große Zahl von isomorphen Silikaten heranziehen, um die chemische Natur dieser Pyroxene richtig deuten zu können[2]. Bei Tonerdezusatz in Form des Silikates $MgAl_2SiO_6$ muß der prozentische Gehalt der Pyroxene an Kalk kleiner werden gegenüber dem von Magnesia[3]; bei viel Tonerde kann sich ein Teil der Tonerde auch mit dem Kalk verbinden und Kalkaluminate bilden. Die Tschermak'sche Ansicht verlangt also, daß in den Pyroxenanalysen der Gehalt an Mg größer sei als im theoretisch reinen Diopsid. C. F. Rammelsberg[4] meinte, daß die Tonerde mit den Metasilikaten von Ca, Mg, Fe eine isomorphe Reihe bilde. J. Morozewicz[5] ist der Ansicht, daß der Gehalt des Silikates MeR_2SiO_6 in den Pyroxenen desto größer ist, je mehr Oxyde vom Typus R_2O_3 das Magma enthält, und daß die Tonerde in den Pyroxenen nur die Rolle eines unbeständigen und zufälligen Bestandteiles spiele. Das Magma ist an Tonerde übersättigt, wenn der Überschuß derselben als Spinell oder Korund zur Ausscheidung kommt. J. Morozewicz wie früher schon C. Doelter[6] stellte auch Schmelzen mit bis 73 % des Silikates MeR_2SiO_6 her und erhielt Kristalle mit einer sehr kleinen Auslöschungsschiefe auf (010) mit ca. 8°.

C. Doelter und E. Dittler[7] versuchten das hypothetische Silikat $MgAl_2SiO_6$ rein darzustellen; es gelang ihnen zwar, durch Sinterung rhombische Prismen mit aufgesetztem Doma zu erhalten, aber aus dem Schmelzflusse schied sich neben Glas nur Spinell aus. Bei 1400° (Sinterung) kristallisiert neben Spinell noch ein zweites Silikat von geringerer Lichtbrechung, das in feinen, zwillingslamellierten Nadeln (γ' in der Längsrichtung) mit gerader Auslöschung in der Schmelze erscheint; es scheint folgende Reaktion stattzuhaben: $2MgAl_2SiO_6 = MgO . Al_2O_3 + MgAl_2Si_2O_8$ (Magnesia-Anorthit).

H. E. Boeke[8] wählte, um die Konstitution der Pyroxene zu untersuchen, neuerdings die von Gibbs eingeführte Tetraederdarstellung mit den Komponenten SiO_2, CaO, MgO ($\ddot{F}$eO) und

---

[1] F. Zambonini, Atti R. Accad. Napoli. 16 (1914).
[2] C. Doelter, Tscherm. Min.-petr. Mitt. 283. 1877.
[3] G. Tschermak, l. c.
[4] C. F. Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. I. 1875. 408.
[5] J. Morozewicz, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **18**. 105.
[6] C. Doelter, N. Jahrb. f. Min. etc. 1884. II. 51.
[7] C. Doelter und E. Dittler, Über einige Mineralsynthesen. K. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Kl. **121**. Abt. I. 1912.
[8] H. E. Boeke, Zeitschr. f. Krist. u. Min. **53**. 445. 1914.

Al_2O_3 (Fe_2O_3) und trug die Analysen der in Frage kommenden Augite als Raumpunkte in das Tetraeder ein. Als Resultat sprach H. E. Boeke die zuerst von Rammelsberg geäußerte Ansicht aus, daß der tonerdehaltige monokline Augit im wesentlichen ein Mischkristall der Komponenten SiO_2, CaO, (Mg, Fe) O und $(Al, Fe)_2O_3$ ist, dessen Sättigungsgrenze in der Tetraederdarstellung ein sehr kleines Raumfeld in Gestalt einer keilförmig abgeflachten Birne ergibt, deren Längsrichtung in der Verbindungslinie Diopsid—Enstatit liegt. Nur wenige Analysen entsprächen nach H. E. Boeke der Tschermak'schen Annahme, und die Wahl des Silikates $(Mg, Fe)(Al, Fe)_2SiO_6$ als Augitkomponente wird deshalb von H. E. Boeke abgelehnt.

G. Tschermak[1] hält der Boeke'schen Anschauung entgegen, daß die von Boeke versuchte Darstellung aus mehreren Gründen weniger geeignet sei zur Klärung der Konstitutionsfrage als die von Tschermak gewählte Rechenmethode. Der Nachweis der Existenz des Tschermak'schen Silikates $MgAl_2SiO_6$ ist vornehmlich deswegen nicht zu erbringen, weil die für die Berechnung notwendigen Prämissen einen voreingenommenen Standpunkt enthielten, der überdies noch durch die Aufnahme der alkalihaltigen Augite wesentlich beeinflußt wird. Ohne zu dem einen oder anderen Standpunkt von vornherein Stellung zu nehmen, soll im folgenden versucht werden, auf experimentelle Grundlage gestützt, der Lösung dieser interessanten Frage näherzukommen. Mehrere Tatsachen helfen uns über die ersten Schwierigkeiten hinweg: der mißlungene Versuch einer synthetischen Darstellung des künstlichen Silikates $MgAl_2SiO_6$ und der entsprechenden Calciumverbindung, die erfolgreichen Versuche über die Herstellung fester Lösungen, sowie der Nachweis natürlicher Mineralien von demselben Konstitutionscharakter. Außerdem ist untersucht worden, inwieweit die Silikate $\alpha CaSiO_3$ und $MgSiO_3$ Tonerde aufnehmen können; bei letzterem Silikat tritt aber noch sehr viel leichter als beim $\alpha CaSiO_3$ eine Spaltung in Spinell und Sillimanit ein.

Angeschlossen wurden vergleichende Versuche über die schon von J. Morozewicz studierte Löslichkeit des Spinells und Enstatites. Es ist bekannt, daß Silikate imstande sind, kleinere Mengen von H_2O, SiO_2 oder Al_2O_3 aufzunehmen und eine homogene, kristallisierte Masse zu bilden. Beispiele sind das Nephelinsilikat, das Kieselsäure in fester Lösung aufzunehmen vermag, ferner bildet das Kalkmetasilikat feste Lösungen mit dem Orthosilikat des Kalkes, auch kann Tonerde in fester Lösung aufgenommen werden wie im Tricalciumsilikat, Enstatit vermag bis zu 5% Diopsid aufzulösen, die Löslichkeit von $CaSiO_3$ in Diopsid geht bis zu 3%. Vom Tricalciumsilikat ist ferner bekannt geworden, daß es durch

---

[1] G. Tschermak, dies. Centralbl. 1915. p. 225; 1916. p. 1.

kleine Mengen Tonerde, die es in fester Lösung aufnimmt, erst existenzfähig und volumenbeständig wird[1]. Noch viele andere Beispiele über feste Lösungen von Silikaten mit Oxyden sind bekannt geworden. Um festzustellen, welche Menge Al_2O_3 und Fe_2O_3 der Diopsid aufzunehmen imstande ist, ohne daß sich beide Komponenten gesondert ausscheiden, wurden mehrere Versuche ausgeführt:

I.

1. Diopsid mit 4,5 % Al_2O_3.

Das im Kohleofen hergestellte Kristallisationsprodukt enthält mehrere bis 2 mm große Kristalle, die nach der c-Achse entwickelt sind und in Schnitten parallel (010) eine Auslöschungsschiefe $c\gamma$ zwischen $40—45^0$ erkennen lassen. In Schnitten ⊥ zur optischen Achse gewahrt man ferner positiven Charakter der Doppelbrechung. Die Lichtbrechung der Kristalle, nach γ' gemessen, beträgt die des Jodmethylens.

Man erkennt aus dem großen Werte für $c\gamma$, daß die Schmelze nicht mehr aus reinem Diopsid besteht, sondern daß der Pyroxen Tonerde aufgenommen hat. Die Schmelze ist homogen erstarrt und enthält nahezu kein Glas. Die Kristalle sind nun nicht mehr langleistenförmig, sondern mehr kurzprismatisch mit terminalen Begrenzungsflächen nach {111}, ähnlich wie bei Diallag; der Diallag besitzt einen größeren Gehalt an Oxyden vom Typus R_2O_3 als der Diopsid, so daß die Kristalle der Schmelze als diallagähnliche Pyroxene bezeichnet werden können.

Unter der Annahme, daß ein Teil der Tonerde lockerer an das Diopsidmolekül gebunden ist als der Rest, wurden einige chemische Versuche ausgeführt. Bei einer oberflächlichen Prüfung der Pyroxenschmelze mit Natronlauge zeigte sich nämlich, daß immer nur ganz kleine Mengen Tonerde in Lösung gehen. Es wurde versucht, mit Hilfe von Ätznatronlösung eine wenigstens teilweise Trennung der Tonerde vom Diopsid durchzuführen. Diopsid ist in $\frac{1}{1}$-Normallauge beträchtlich löslich, wenn man das durch das 0,25 mm-Maschensieb gesiebte Pulver 2 Stunden am Wasserbad behandelt. Die Kristallbruchstücke sind oberflächlich stark angeätzt, und im Filtrat erhält man Magnesia und Kalk. Mehrere Versuche wurden ausgeführt, bis in der Konzentration 20 g auf 1 l ($\frac{1}{2}$ normal) eine geeignete Lösung gefunden wurde, die den reinen, Al_2O_3-freien Diopsid langsam angreift, aber die zweite Komponente, das Glas, leicht löst.

Ca. 0,5 g Schmelze wurden mit 50 cm^3 Lösung digeriert. Die Behandlung mit $\frac{1}{2}$ n Natronlauge ergab 0,54 % Tonerde.

---

[1] E. S. Shepherd und G. A. Rankin, l. c.

Die Analyse des Rückstandes[1] war:

SiO_2	49,69
Al_2O_3	3,50
CaO	25,98
MgO	19,28
	98,45

Die Zusammensetzung der Schmelze entspricht ungefähr der eines Diallages[2]; nur enthält der natürliche Pyroxen ca. 3 % Fe_2O_3, auch ist der Kieselsäuregehalt etwas höher, 51,45 % gegenüber 49,69 % der Schmelze.

2. Diopsid mit 9 Gew.-% Al_2O_3.

Die Schmelze enthält in einer kleinkörnigen Grundmasse große Augitkristalle mit 40—45° Auslöschung gegen γ. Es ist kein Glas zur Ausscheidung gekommen. Die Behandlung mit $\frac{1}{2}$ n Natronlauge ergab 0,37 % Tonerde.

Die Analyse des Rückstandes ergab:

SiO_2	47,40
Al_2O_3	8,50
CaO	22,56
MgO	19,88
Summe	98,34

Die Analyse des Rückstandes zeigt Ähnlichkeit mit dem von T. St. Hunt analysierten eisenfreien Augit von Bathurst[3], dessen optische Eigenschaften sich denen eines Basaltaugites nähern. U. d. M. erkennt man größtenteils unzersetzten Pyroxen, der von der Lauge nur oberflächlich schwach korrodiert wurde; die schmalen Glasleisten, die die Kristalle umgaben, wurden aufgelöst.

3. Diopsid mit 15 % Tonerde.

50 g Diopsid wurden mit 15 % Tonerde im Kohleofen zu einem Glase geschmolzen, das Glas gepulvert und im elektrischen Senkröhrenofen 4—5 Stunden langsam kristallisieren gelassen. Da die optische Untersuchung ergab, daß neben Kristallskeletten noch Glas vorhanden war, wurde danach durch ca. 14 Stunden von neuem erhitzt und ein glasfreies Produkt erhalten, das u. d. M. folgende Eigenschaften zeigte: Neben Kristallskeletten, die die zum Schluß verfestigte Zwischenmasse bilden, finden sich kleine rhombische Leisten von gerader Auslöschung und γ' in der Längsrichtung. Die Lichtbrechung dieser Kristallprismen, nach γ' gemessen, war 1,584. Es hatte sich ein Silikat gebildet, das neben

---

[1] Der Rückstand wurde u. d. M. geprüft und bestand aus unzersetztem Diopsid.

[2] Diallag von Syssert (Ural). E. Mattirolo und E. Monaco, R. C. R. Acc. Torino 1884 und Zeitschr. f. Krist. **9**. 581. 1884.

[3] T. St. Hunt, Journ. f. prakt. Chem. **62**. 496. 1854.

dem Pyroxen auskristallisiert war. Dieses Silikat ist das früher beschriebene, aus zwillingslamellierten Nadeln bestehende, anorthitähnliche MgAl-Silikat[1].

4. Diopsid mit 17% Al_2O_3.

Von dieser Mischung wurde vorerst ein Vorrat von ca. 30 g im Kohleofen angefertigt und das entstandene Glas fein gepulvert; einige Gramm davon wurden im elektrischen Senkröhrenofen und im Fourquignonofen nach dem Schmelzen einer möglichst langsamen Abkühlung unterworfen.

Neben Glas erkennt man u. d. M. diallagähnliche Pyroxene: kurzprismatische Kristalle mit terminaler Endigung, verwachsen mit einem Aggregat langer, γ' in der Längsrichtung zeigender Nadeln von gerader Auslöschung und einer Lichtbrechung $> 1{,}66$; die parallel verwachsenen Nadeln besitzen auch geringere Doppelbrechung gegenüber den größeren Pyroxenkristallen. Es handelt sich offenbar um Enstatit, der sich z. T. aus den Bestandteilen des Diopsides gebildet hatte.

Die Auslöschung der Augitkristalle ist eine größere als bei reinem Diopsid. Auf (010) gegen die Spaltrichtung nach (110) gemessen ergibt sich im Durchschnitt ca. 41^0. Trotzdem das Produkt bereits Inhomogenität erkennen läßt, wurde eine Trennung auf chemischem Wege versucht. Wie später erörtert werden wird, vermag auch der Enstatit mit Tonerde feste Lösungen zu bilden; da eine Trennung beider Pyroxene sich nicht durchführen ließ, so bedeutet die folgend angeführte Analyse die chemische Zusammensetzung des vom Glase getrennten Rückstandes, bestehend aus rhombischem und monoklinem Pyroxen. Vorversuche ergaben, daß die Konzentration der Lauge auf ¼ der Normalität herabgesetzt werden mußte, sollte der kristallisierte Rückstand ziemlich unversehrt erhalten bleiben. Die Analyse des Rückstandes war:

SiO_2	46,72
Al_2O_3	15,31
CaO	22,11
MgO	17,18
Summe . . .	101,32

Die Analyse zeigt, daß Augit ca. 15% Tonerde aufnehmen kann; bei höherem Gehalt an Tonerde entsteht ein Gemenge von Enstatit, Klinoenstatit und Anorthit neben viel Glas. Bei 20% Tonerdezusatz entsteht bei rascher Abkühlung auch das hexagonale Kalksilikat und Sillimanit. Von der oben bestimmten Grenzzahl aufwärts gelingt es auch bei langsamer Abkühlung nicht mehr, homogene Tonerdeaugite zu erhalten.

---

[1] C. Doelter und E. Dittler, Über einige Mineralsynthesen. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Klasse. **121**. 1912.

Die obige Zahl — 15 % — bezieht sich sonach schon auf ein Gemenge von Diopsid und Enstatit; doch dürfte das reine Diopsidsilikat bei entsprechend langsamer Abkühlung diese Menge Tonerde noch aufnehmen können, was in der Natur sicher der Fall ist. Die Schmelzpunkte 1200° und 1220° im Diagramm beziehen sich auf ein solches Gemisch von reinem Diopsid mit 15 % Tonerde, das im elektrischen Ofen nach 24stündiger Abkühlung erhalten werden konnte.

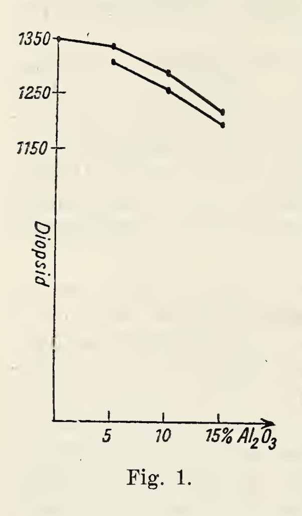


Fig. 1.

Die Kurven des Diagrammes zeigen ein stetes Fallen der das Intervall begrenzenden Punkte und deuten auf feste Lösungen; da Schmelzen mit mehr als 15 % Tonerde inhomogen sind, so wäre die Lücke sehr groß; sie reicht wahrscheinlich bis zur reinen Tonerdekomponente, die bei 2020° schmilzt. Ein eutektisches Gemisch ist nicht realisierbar. Interessant ist ein Vergleich der beiden folgenden Schmelzen:

1. $MgSiO_3 + 40$ Mol.-% Al_2O_3 und
2. $MgSiO_3 + 50$ Mol.-% Al_2O_3.

Wenn man ca. 40 g der beiden Schmelzen im Kohleofen kristallisieren läßt, so erhält man bei 2 dasselbe Produkt wie oben beschrieben: Spinell und Glas. Das Gemenge 2 entspricht auch tatsächlich theoretisch dem hypothetischen Silikate $MgAl_2SiO_6$. Verringert man die Tonerdemenge um nur 10 %, so bildet sich neben Spinell und Glas auch Enstatit. Aus einer Schmelze von 1 Mol. $MgO + 1$ Mol. SiO_2 kann sich also Enstatit nur solange ausscheiden, als die Tonerdemenge nicht über 40 % beträgt im Verhältnis zum Gesamtgewichte. Schmilzt man $MgAl_2SiO_6$ im Kohleofen, so erhält man neben Spinell nur Glas, das aus SiO_2 besteht. Das aus Spinell bestehende Produkt des Kohleofens wurde feinst gepulvert und unter Zusatz von etwas MoO_3 (als Kristallisator) durch mehrere Stunden einer Temperatur von 1400—1450° ausgesetzt; es war stark zusammengesintert und bestand u. d. M. neben noch größtenteils vorhandenem Spinell aus sehr viel schwächer lichtbrechenden (n etwas $< 1,47$), die Zwischenräume zwischen den Spinellkristallen ausfüllenden schwach doppelbrechenden Kristallblättchen mit der Orientierung α parallel der Längsrichtung. Die auf der Basis liegenden Blättchen sind isotrop: Tridymit, der sich leicht in dem Temperaturbereich von 870—1470°[1] aus dem Glase bilden konnte.

[1] Cl. N. Fenner, Zeitschr. f. anorg. Chem. 85. 157. (1914.)

Wir erhalten demnach zusammenfassend folgendes Ergebnis:

Die Verbindung $MgAl_2SiO_6$ ist an und für sich unstabil. Möglicherweise entsteht sie bei langandauernder Erhitzung unter dem Schmelzpunkt der höchstschmelzenden Komponente MgO (Sinterung), doch scheint sich hiebei nach den Versuchen von C. Doelter und E. Dittler eher Mg-Anorthit zu bilden. Oberhalb 1400^0 erhält man Spinell und Glas. Und erhitzt man dieses Gemisch auch noch so lange Zeit unter der Sintertemperatur und im feinstgepulverten Zustande, so bleibt die eine Komponente dieselbe, während das Glas zu Tridymit wird. Vielleicht ist es möglich, daß das Silikat $MgAl_2SiO_6$ bei Anwesenheit von Wasserdampf stabil wird. Versuche hierüber wären noch durchzuführen.

II.

1. Diopside mit Zusatz von Eisenoxyd.

Die Diopside verändern mit Aufnahme des Hedenbergitsilikates $CaFeSi_2O_6$ ihre optischen Eigenschaften. Nach G. Tschermak nimmt die Auslöschungsschiefe $c\gamma$ mit der Zunahme des Eisengehaltes zu; ebenso steigt die Größe des wahren Achsenwinkels um die positive Mittellinie.

Es wurden drei Versuche ausgeführt, die den Zweck hatten, zu untersuchen, wie sich Mischungen von Diopsid mit reinem Eisenoxyd verhalten.

Erst neuerdings ist von W. E. Ford [1] gezeigt worden, daß das Eisenoxydul auf die physikalischen Eigenschaften (Größe des Achsenwinkels, Achsenebene, Auslöschungsschiefe) der Hornblenden größeren Einfluß ausübt als das Eisenoxyd [1]. Nur bei den glaukophanähnlichen Hornblenden wirkt in gleicher Weise auch das Eisenoxyd. Tonerde vergrößert nach F. J. Wiik [2] die Werte für die Auslöschungsschiefe; doch wurde diese Theorie von W. E. Ford und anderen bekämpft.

a) Schmelzen mit Fe_2O_3.

Es wurden drei Schmelzen mit 5, 10 und 15 % Fe_2O_3 hergestellt. Die Schmelzen waren zwar nicht vollständig homogen auskristallisiert, da immer etwas metallisches Eisen ausreduziert war, doch war von dem Pyroxen ein großer Teil des Eisens aufgenommen worden.

Die Schmelzen waren kleinkörnig auskristallisiert, die größten Pyroxenkristalle zeigte die Schmelze mit 15 % Fe_2O_3, in der eine größere Anzahl Schnitten nach der Basis sich vorfand.

---

[1] W. E. Ford, Zeitschr. f. Krist. **54.** 15 (1914); auch G. Tschermak, Min. Mitt. (1871) 17 und St. Kreutz, Tscherm. Mitt. **27.** 250 (1908).

[2] F. J. Wiik, Zeitschr. f. Krist. **7.** 79 (1883).

Schmelzpunktsbestimmungen wurden nicht ausgeführt, weil die Produkte nicht vollkommen homogen waren. U. d. M. zeigte sich eine Zunahme der Auslöschungsschiefe $c\gamma$ bis 45° bei den eisenreichsten Kristallen.

2. Diopside mit beiden Sesquioxyden.

Eisenoxyd und Tonerde werden zusammen nur z. T. vom Diopsid aufgenommen, und es tritt bei größerem Oxydzusatz fast stets eine Aufspaltung des Pyroxens ein, so daß die Bildung des Silikates $RO \cdot R_2O_3 \cdot SiO_2$ ermöglicht wird. Schon C. Doelter beobachtete, daß in einer Mischung von 68 proz. Diopsid, 7 proz. Tonerde und 25 proz. Eisenoxyd Plagioklas (Anorthit) entsteht. Die Tonerde verbindet sich leicht mit Kieselsäure und Kalk, die dem Diopsid entzogen wird, zu triklinem Feldspat[1]. Noch leichter geschieht dies, wenn an Stelle von Diopsid eine Kalk-Magnesia-Kieselsäuremischung im Oxydverhältnis 1 : 1 : 2 mit Tonerde zusammengeschmolzen wird.

Die CO_2- und H_2O-hältigen Mischungen der Silikate des Kalkes, der Magnesia und des Eisens wurden in folgenden Gewichtsverhältnissen im Kohleofen geschmolzen:

12,80 g $CaSiO_3$
15,84 g $MgSiO_3$
1,75 g $FeSiO_3$
mit 2,78 g Al_2O_3
und 0,92 g Fe_2O_3

entsprechend einem Pyroxen der Zusammensetzung:

$$8\,CaSiO_3 \cdot 8\,MgSiO_3 \cdot FeSiO_3 + 15\text{ Mol.-\% } Al_2O_3 \quad 5\text{ Mol.-\% } Fe_2O_3.$$

Man erhält ein graugefärbtes Glas, das im Fourquignonofen durch 12 Stunden umkristallisiert wurde und u. d. M. ein Gemenge darstellt, das neben Magnetit und Enstatit auch schiefgetroffene Schnitte von Olivin enthält. Diopsid war nicht auskristallisiert.

Es wurde nun synthetisch ein Pyroxen (nach einem Pyroxen von Löbau in Sachsen) hergestellt, dessen chemische Zusammensetzung folgende war:

SiO_2	45,18
Al_2O_3	8,48
Fe_2O_3	6,21
FeO	5,75
CaO	23,26
MgO	11,63
	100,51

[1] C. Doelter, l. c. 57.

Dieser Pyroxen enthält neben viel Tonerde auch beträchtliche Mengen Eisenoxyd; aus dem Schmelzfluß erhält man auch bei verhältnismäßig langsamer Abkühlung keinen Pyroxen, sondern neben viel Magneteisen kleine Körner von Olivin und Feldspat.

Es zeigt sich also, daß Pyroxene mit gleichzeitig viel Eisen und Tonerde im Schmelzflusse recht unbeständig sind.

III. Feste Lösungen von α-$CaSiO_3$ mit Tonerde.

Das α-Kalksilikat ist optisch einachsig (hexagonal) mit sehr kleinem Achsenwinkel $2E = 0-8^0$ und optisch positivem Charakter der Doppelbrechung. Die Doppelbrechung beträgt 0,025—0,035.

Es vermag nach A. L. Day und E. T. Allen kleine Quantitäten von Kalk und Kieselsäure aufzunehmen und feste Lösungen mit dem Orthosilikat zu bilden [1].

In dem von E. S. Shepherd und G. A. Rankin aufgestellten Dreistoffsystem $CaO - Al_2O_3 - SiO_2$ [2] bilden die im folgenden beschriebenen Mischungen feste Lösungen und fallen in der Dreiecksprojektion in das Existenzfeld von α-$CaSiO_3$. Es schien wünschenswert, die optischen Verhältnisse und die Schmelzpunkte der dem reinen Kalksilikat nahestehenden Mischungen α-$CaSiO_3 + Al_2O_3$ zu prüfen und sie in Zusammenhang zu bringen mit den Ergebnissen der chemischen Untersuchung.

Stellt man Mischungen von α-Kalksilikat bis zu einem Gehalt von 15 Gew.-% an Tonerde her, so erhält man stets wieder die α-Form mit ihren charakteristischen Eigenschaften. Nur in der Schmelze 3 (α-Kalksilikat mit 15% Al_2O_3) ließen sich wegen der Kleinheit der Kristalle konoskopische Untersuchungen nicht mehr durchführen; doch sind auch diese Kristalle homogen.

Die Kristalle sind optisch einachsig, optisch positiv und die mittlere Lichtbrechung von derselben Größenordnung wie die tonerdefreie Form ($n = 1{,}636$). Bei Tonerdezusatz verringert sich die Lichtbrechung in der 3. Dezimale bis auf $1{,}633 \pm 0{,}001$. Auffallend ist, daß das bei der reinen $CaSiO_3$-Form häufig auftretende Öffnen des Kreuzes bei Tonerdezusatz verschwindet.

Kleine, glasfreie Proben wurden auf ihre Schmelzbarkeit im C. Doelter'schen Heizmikroskop untersucht und im Platinschälchen erhitzt.

[1] A. L. Day und Mitarbeiter. Tscherm. Min.-petr. Mitt. **26.** 169 (1907).

[2] E. S. Shepherd und G. A. Rankin, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **71.** 19 (1911).

Tabelle (Fig. 2).

$CaSiO_3$	mit 5 % Al_2O_3	mit 10 % Al_2O_3	mit 15 % Al_2O_3
Schmelzbeginn	1340°	1310°	1280°
Ende des Schmelzens .	1360°	1340°	1320°

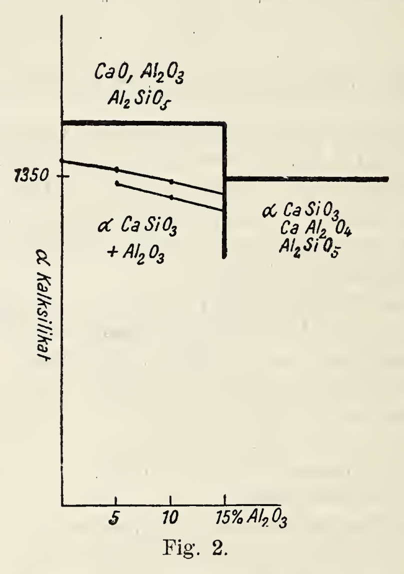


Fig. 2.

Das Hervortreten eines deutlichen Schmelzintervalles in Verbindung mit der optischen Homogenität der auskristallisierten Produkte deutet auf feste Lösungen der beiden Komponenten.

Setzt man mehr als 15 Gew.-% Tonerde hinzu, so erhält man neben dem Kalksilikat auch kleine, ziemlich stark doppelbrechende Nädelchen, die in Monobromnaphthalin (n = 1,658) eben verschwinden. Die optische Orientierung $c = \gamma$ und die gerade Auslöschung deuten auf Sillimanit, der sich neben etwas Kalkspinell bildet.

Löslichkeitsversuche:

Das hexagonale Kalksilikat wird von $\frac{1}{1}$ n Natronlauge ziemlich stark angegriffen[1]. Mit $\frac{1}{20}$ n Lauge ist die Löslichkeit, wenn man die feingepulverte Schmelze am Wasserbad eine Stunde behandelt, folgende:

Im Filtrat:	SiO_2	2,52
	CaO	2,02

[1] C. Doelter und E. Dittler, l. c. 10.

Die tonerdehältigen Schmelzen sind merkwürdigerweise weniger angreifbar als das reine Kalksilikat; möglicherweise spielt hier die kürzere oder längere Abkühlungsdauer eine Rolle. Es wurde deshalb darauf geachtet, den Ofen bei allen Versuchen in gleicher Weise abzukühlen (1 Stunde Abkühlungsdauer). Mit $\frac{1}{20}$ n NaOH, je eine Stunde am Wasserbad behandelt, fanden sich:

	$CaSiO_3$		
	5 Gew.-% Al_2O_3	10 Gew.-% Al_2O_3	14 Gew.-% Al_2O_3
	100 cm³ Filtrat enthielten:		
SiO_2	1,16	0,58	1,34
Al_2O_3	0,65	0,66	0,15
CaO	0,56	0,56	0,23
	Im ausgewaschenen Rückstand:		
SiO_2	47,42	44,06	43,50
Al_2O_3	4,35	9,92	13,60
CaO	48.26	47,51	43.25
	100,03	101,49	100,35

Die Versuche zeigen, daß bis nahezu 14 % Tonerde vom Kalksilikate als feste Lösung zurückgehalten werden können, und ferner daß die Tonerde nicht nur locker gebunden am Silikat hängt. Oberhalb 1400° sind feste Lösungen nur als Glas bei rascher Abkühlung stabil. Unter 1350° bei größerem Tonerdezusatz bilden sich die neuen Komponenten Kalkspinell und Sillimanit.

IV. Über die Löslichkeit des Enstatites und des künstlichen Spinells und feste Lösungen des Enstatites mit Al_2O_3.

Das Verhalten des Enstatites der Meteoriten gegen Säuren wurde von Maskelyne geprüft[1]; es gehen in Lösung von:

1. Enstatit, Bustee, nach 16stünd. Digestion mit 1 HCl + 1 aq. 7,78 %
2. " " " " " 1 HCl + 20 " 9,41 "

Der Enstatit (1) enthielt ursprünglich:

SiO_2	57,60
MgO	40,64
Fe_2O_3	1,44
K_2O	0,39
Na_2O	0.91
	100,98

Enstatit (2) enthielt nur 0,48 Fe_2O_3. Der Enstatit wird nicht zersetzt, sondern gelöst, d. h. in der Lösung finden sich alle Bestandteile des Enstatites wieder.

[1] In E. Cohen, Meteoritenkunde. Stuttgart 1894.

Es wurde auch versucht, in einem Gemenge von Spinell und Enstatit eine Trennung der beiden Mineralien mit Salzsäure vorzunehmen. J. Morozewicz hat schon darauf hingewiesen, daß die Unlöslichkeit des Spinells in Säuren ein relativer Begriff sei und daß man von ihr nur im Vergleich mit anderen Mineralien (Silikaten), die sich in Säuren leichter zersetzen, reden kann[1]. Eisenfreier Mg-Spinell sollte sich in starker Salzsäure überhaupt nicht lösen — wenigstens hat J. Morozewicz auf diese Weise die Trennung von natürlichem Korund und Spinell von anderen Mineralien durchführen können —, es ist aber durchaus nicht gleichgültig, ob natürlicher oder künstlicher Spinell verwendet wird. Versuche nach dieser Richtung zeigen sogar, daß das Kunstprodukt immer rasch schon von verdünnter Salzsäure angegriffen wird.

In einem Gemenge, das aus Mg-Spinell und Kieselsäureglas bestand und nach dem Schmelzen mit Wasser abgeschreckt wurde (0,3845 g), fanden sich nach 1stündiger Behandlung mit $\frac{1}{4}$ n HCl (100 cm^3) 24 % gelöst. Im eingedampften Filtrat fand sich viel Magnesia und Tonerde neben wenig Kieselsäure des Glases. Auch nach Verdünnung der Säure auf $\frac{1}{10}$ n gingen noch 20% in Lösung.

Bei langsamer Abkühlung einer reinen Spinellschmelze ergibt sich ein etwas anderes Resultat; mit $\frac{1}{2}$ n HCl eine Stunde am Wasserbad behandelt geht kein Spinell in Lösung, und das Resultat von J. Morozewicz wird bestätigt.

J. Morozewicz isolierte natürlichen rhombischen Pyroxen mit konzentrierter Ätznatronlauge, während sich bei unseren Versuchen zeigte, daß der künstliche Enstatit von der Lauge sehr rasch angegriffen wird[2]. Die synthetisch hergestellten tonerdehältigen Enstatite wurden im feingepulverten Zustand (Sieb von 0,25 mm Maschenweite) von verdünnter Natronlauge gelöst. Erst wenn man mit der Konzentration auf $\frac{1}{20}$ der Normallösung herabgeht, ist die Löslichkeit eine so geringe, daß ein Vergleich der verschiedenen Tonerdeenstatite durch die chemische Analyse ermöglicht wird.

Versuch: ca. 0,5 g natürlicher Bronzit von Kraubath und künstlich hergestellter Enstatit wurde eine Stunde lang am Wasserbad mit 100 cm^3 $\frac{1}{20}$ n HCl behandelt. Von der Lösung abgegossen und bis zur Entfernung der sauren Reaktion gewaschen, wurde das Pulver vorerst u. d. M. untersucht und als Bronzit bezw. Enstatit erkannt.

Nachdem der Rückstand u. d. M. auch noch Flocken von amorpher Kieselsäure zeigte, die durch Wasser nicht auswaschbar

---

[1] J. Morozewicz, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **18**. 32 (1899).

[2] J. Morozewicz, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **18**. 110 (1899).

waren, wurde das feine Pulver längere Zeit mit warmer 2% Sodalösung behandelt, wobei noch Kieselsäure in Lösung ging, ohne daß eine Magnesiaabgabe aus dem Enstatit erfolgt wäre.

In den Filtraten beider Minerale fand man:

	Enstatit natürlicher	Enstatit künstlicher (Al_2O_3- u. Fe_2O_3-frei)
Al_2O_3 und Fe_2O_3 . .	0,36	—
MgO	4,25	5,60
SiO_2	2,91	3,59

Aus den Zahlen geht hervor, daß der Enstatit gelöst und nicht zersetzt wird, und daß das künstlich hergestellte Produkt leichter in Lösung geht als das natürliche Mineral.

In dem Enstatit-Tonerde-Gemenge wurde der Versuch gemacht, die vom Pyroxensilikat aufgenommene Tonerde quantitativ zu ermitteln.

Das durch das 0,25 mm-Maschensieb geschüttelte Gemenge wurde vorerst eine Stunde mit $\frac{1}{20}$ n NaOH am Wasserbade in der Wärme behandelt, wobei 0,23% SiO_2 neben einer Spur Tonerde in Lösung gingen. Da der Rückstand u. d. M. noch Spuren von Glas enthielt, so wurde, ohne die Konzentration der Lauge zu erhöhen, 2 Stunden einwirken gelassen; es zeigte sich, daß dann auch der Enstatit stark angegriffen wird, weshalb die obige Einwirkungsdauer von 1 Stunde beibehalten wurde.

Von $\frac{1}{20}$ n Natronlauge wird Enstatit kaum angegriffen. Oberflächlich erscheinen die Kristalle zwar etwas angeätzt, doch ist in dem wässerigen Auszug derselben höchstens eine Spur Mg nachzuweisen.

1. Enstatit mit 5 Mol.-% Tonerde: Die Schmelze war gut kristallisiert und bestand nur aus Enstatit (rhombische Form), der die gesamte Tonerde aufgenommen hatte.

0,5031 g dieses Enstatites wurde wie oben 1 Stunde mit $\frac{1}{20}$ n Natronlauge am Wasserbad behandelt. Der Rückstand bestand aus guterhaltenen Enstatitkristallen. Das Filtrat enthielt nur 0,33% SiO_2, dagegen ließ sich keine Tonerde und nur Spuren von Magnesia nachweisen.

2. Enstatit mit 10 Mol.-% Al_2O_3: 0,4971 g Schmelze gaben:

SiO_2	0,36
Al_2O_3	0,30
MgO	Spur

Der gewaschene Rückstand gab für 0,4016 g:

SiO_2	52,26
Al_2O_3	9,88
MgO	38,38
Summe . . .	100,52

Es war demnach nahezu die ganze Tonerde vom Enstatit aufgenommen worden.

3. Enstatit mit 15 Mol.-% Al_2O_3: 0,4863 g Schmelze gab nach der Behandlung mit $\frac{1}{20}$ n Natronlauge:

SiO_2	0,27
Al_2O_3	0,26
MgO	Spur
Summe . .	0,53

Der Rückstand (0,3815 g) enthielt:

SiO_2	47,39
Al_2O_3	14,91
MgO	37,54
Summe . .	99,84

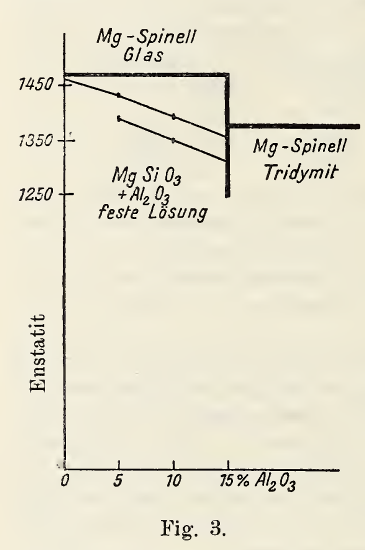


Fig. 3.

Es zeigt sich, daß der Enstatit ebenso wie das α-Ca-Silikat bis 15 % Tonerde in Form fester Lösung aufnehmen kann ohne besondere Änderung seiner optischen Eigenschaften und seiner Widerstandsfähigkeit gegen verdünnte Säuren und Basen. Der Schmelzpunkt wird aber (Fig. 3) ziemlich stark herabgedrückt von 1450° auf 1350° der 10 % Mischung. Es ergibt sich daraus, daß natürliche Verbindungen, die einfache Oxyde beigemengt enthalten, einen niedrigeren Schmelzpunkt besitzen müssen als die reinen Kunstprodukte, wie es tatsächlich und oft beobachtet wurde.

Herrn Hofrat Prof. Dr. C. Doelter und Herrn Dozenten Dr. Dittler danke ich herzlichst für die Unterstützung, die sie mir während der Arbeit angedeihen ließen.

Die chemischen Analysen habe ich im II. chemischen Institut der k. k. Universität Wien ausgeführt; Herrn Assistent Dr. Carl Mayr bin ich für seine tatkräftige und sachkundige Hilfe zu besonderem Dank verpflichtet.

Wien, Mineralogisches Institut der Universität.

Analyse des Gadolinits des Radautals.

Von **J. Fromme** in Egeln.

Im Anschluß an meine Mitteilung aus dem Jahre 1910 über das Vorkommen und die kristallographischen Verhältnisse des Gadolinits des Radautals[1] bin ich jetzt in der Lage, von diesem seltenen Vorkommen eine Analyse mitzuteilen, die ich an neuerdings gesammelten Kristallen ausgeführt habe. Im Jahre 1899, besonders aber 1912, 1913 und 1915 konnte ich einige deutliche, bis zu 12 mm lange Kristalle, bezw. Kristallstöcke mit ebenen, z. T. glatten Flächen sammeln; sie waren umschlossen von Quarz und auch von Orthoklas. In kleinen Drusen des Schriftgranits saßen Quarz- und Prehnitkriställchen. Als Begleiter trat auch wieder Orthit auf. Meine neuen Kristalle zeigen außer den bisher durch vom Rath[2] und mich erwähnten Flächen auch noch das Klinopinakoid $\infty P \infty$.

In der Hallischen Universitätssammlung liegt ein bis zum Jahre 1913 als Gadolinit bezeichneter, sehr deutlich ausgebildeter Orthitkristall aus dem Radautal, welcher dem von vom Rath beschriebenen Orthit[3] entspricht. Gadolinit derselben Herkunft enthielt die Hallische Sammlung, welche mir Herr Prof. Boeke durchzusehen gestattete, überhaupt nicht.

Luedecke[4] gibt an, sein Untersuchungsmaterial sei schon auf Platinblech im Bunsenbrenner geschmolzen, während vom Rath Unschmelzbarkeit festgestellt hatte. Ich konnte lediglich vom Rath's Beobachtung bestätigen. Der Orthit des Radautals dagegen schmilzt v. d. L. sehr leicht unter Anschwellen und Kochen zu schwarzem Email.

Unser Gadolinit ist auf Bruchflächen deutlich dunkelgrün, was besonders im Sonnenlicht an muscheligen Splitterchen sichtbar ist, die flaschengrün durchsichtig erscheinen. Hierdurch ist es möglich, ihn durch bloßen Anblick vom pechschwarzen, in Splittern braun durchsichtigen Orthit zu unterscheiden, selbst wenn keine Kristalle vorliegen.

Herr Fr. Rinne stellte vor einigen Jahren an meinem Material folgendes optische Verhalten fest: Doppelbrechend; Achsenwinkel nicht weit von 90^0 abweichend; Doppelbrechung +; Dispersion $r > bl$.

---

[1] J. Fromme, Min. u. petr. Mitt. **29**. 265—267. 1910.
[2] G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**. 576. 1872.
[3] Ebenda. 579.
[4] Luedecke, Min. des Harzes. 1896. 438.

Das spezifische Gewicht beträgt 4,298 bei 15° C, die Härte = 6 ... 7.

Das Pulver ist durch Salzsäure vollkommen zersetzbar. Die Analyse wurde ohne den Glühverlust und die FeO-Bestimmung an 0,5 g unter Alkohol gepulverter und bei 105° C wieder getrockneter Substanz ausgeführt; sie ergab:

		Mol.-Quotienten	
SiO_2	23,86	0,395	0,403
ThO_2	2,26	0,008	
Y_2O_3	35,86	0,159	0,202
Ce_2O_3	6,33	0,019	
$(Nd, Pr, La)_2O_3$[1] . .	5,49	0,017	
Fe_2O_3	1,13	0,007	
FeO	11,75	0,163	0,209
MnO	0,14	0,002	
CaO	1,54	0,027	
MgO	0,11	0,003	
K_2O	0,38	0,004	
Na_2O	0,65	0,010	
BeO	8,75	0,348	0,414
Glühv.	1,20	0,066	
Summe . . .	99,45		

Etwa vorhandene kleine Mengen Al und Er konnten nicht berücksichtigt werden.

Die Mol.-Quotienten führen mit wünschenswerter Genauigkeit auf die Gadolinitformel $\overset{II}{Fe}\,Be_2\,Y_2\,Si_2\,O_{10}$, wenn der Glühverlust wenigstens zum Teil als Wasser in die Rechnung miteinbezogen wird. Es ist eine Frage, ob dieses statthaft sei, ich möchte sie aber bejahen, einmal, weil das Analysenmaterial frisch war, zum andern, weil ein Analysenfehler, der etwa durch eine ungenügende Trennung von Fe und Be sich eingeschlichen haben könnte, kaum in Betracht kommen kann, denn ihr wurde ganz besondere Sorgfalt zugewendet, auch stimmen die anderen Zahlen zu gut, um Zweifel aufkommen zu lassen. Man könnte noch annehmen, daß ein Teil des FeO BeO verträte und das Wasser einen Teil des FeO. Das würde am Sättigungsverhältnis zu SiO_2 natürlich nichts ändern. Auf jeden Fall scheint mir Wasser zur frischen Substanz zu gehören. — Nun bleibt bei den zweiwertigen Oxyden noch ein ganz kleiner Überschuß, der möglicherweise auf Rechnung der Alkalien zu setzen ist, die zu einem kleinen Teile immerhin aus den benutzten Gefäßen und Reagentien stammen könnten. Zu der Glüh-

[1] Mittleres Molekulargewicht zu 330 angenommen.

verlustsbestimmung standen mir 0,0748 g zur Verfügung; sie wurde wie alle übrigen Bestimmungen an bei 105° getrocknetem Mineral vorgenommen. Die Fe O-Bestimmung geschah an 0,1254 g Substanz nach meinem Verfahren im Fluß-Schwefelsäureaufschluß mit Hilfe von gefällter Kieselsäure [1]. Ich bestimmte dabei den kleinen, als Indikator dienenden Überschuß von Permanganatlösung durch einen besonderen Versuch, um den bei so wenig Untersuchungsmaterial entstehenden zu großen Fehler ausgleichen zu können. Im übrigen habe ich bei der Analyse im wesentlichen denselben Gang befolgt, welchen ich schon bei meiner Orthitanalyse [2] angewandt hatte. Hier seien noch einige Ergänzungen angegeben. In der Regel wurden die Fällungen doppelt ausgeführt. Das Yttrium trennte ich von den Ceriterden und dem Thor durch Kaliumsulfat, das Thor von den Ceriterden durch Ammonoxalat. Das Cer wurde in ganz schwach essigsaurer Lösung mit Wasserstoffsuperoxyd als Dioxyd niedergeschlagen. Die Oxalate des Eisens und Berylliums wurden durch Schwefelsäure zerstört, der Rückstand verdünnt, und die noch vorhandene geringe Menge organischer Substanz mit etwas Salzsäure und Kaliumchlorat zerstört. Nun wurde der Säureüberschuß abgeraucht, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, die Lösung fast neutralisiert und in überschüssige Ammonkarbonatlösung gegossen. Der ausgewaschene Niederschlag wurde wieder in Schwefelsäure gelöst und die Fällung wiederholt, der ausgewaschene Niederschlag erneut gelöst und gefällt und dann erst als Fe_2O_3 gewogen. Die Berylliumfiltrate wurden vereinigt, mit Essigsäure angesäuert, eingedampft und das Beryllium mit Ammoniak gefällt. Eine Spur von bei dem Be O verbliebenem Eisen bestimmte ich kolorimetrisch. Das Filtrat vom Beryllium prüfte ich zur Sicherheit durch Abdampfen, Verjagen der Ammonsalze usw. noch weiter auf Beryllium. Es war aber nichts mehr darin enthalten. Das Mangan fällte ich durch das Sulfidverfahren. Vor Fällung des Kalkes mit Ammonoxalat wurde die Lösung erst noch mit Ammoniak auf Spuren seltener Erden geprüft. Ein geringer Niederschlag konnte mit den übrigen seltenen Erden zusammen verarbeitet werden. Die durch Quecksilberoxyd abgeschiedene Magnesia wurde der geringen Menge wegen als Ammoniummagnesiumphosphat identifiziert und als Pyrophosphat gewogen.

---

[1] J. Fromme, Min. u. petr. Mitt. **28**. 329. 1909.
[2] Ebenda. 327.

Über den Stickstoffgehalt des Phonoliths.

Von **E. Blanck** in Rostock.

Aus leicht ersichtlichen Gründen verfügt die chemisch-petrographische Literatur über fast gar keine oder doch nur sehr spärliche Daten, welche Aufschluß über den Stickstoffgehalt der Eruptivgesteine zu geben vermögen. Von diesem Gesichtspunkt aus rechtfertigt sich vorliegende Notiz über den Stickstoffgehalt des Phonoliths bezw. der Gesteine aus der Reihe der Phonolith—Leucitophyre. Da auch anderweitiges Interesse an dem Gehalte der Eruptivgesteine an Stickstoff besteht, so z. B. seitens der Agrikulturchemie, so wurden von mir eingehende Untersuchungen in genannter Richtung ausgeführt [1], die hier nur ganz kurz in ihren analytischen Ergebnissen zur Mitteilung gelangen sollen.

Bei dem vorauszusehenden sehr geringen Stickstoffgehalt dieser Gesteine mußte besonderes Gewicht auf die Genauigkeit der Stickstoffbestimmung gelegt werden und wurde dieselbe für den Gesamtstickstoffgehalt nach der Kjelldahl'schen Methode mit allen nur möglichen zu Gebote stehenden Kautelen ausgeführt, und zwar für jedes Gesteinsmehl unter Anwendung von je 10 g in fünfmaliger Wiederholung. Die Bestimmung des Ammoniakstickstoffgehaltes erfolgte unter Benutzung von Magnesia usta bei Heranziehung der gleichen Anzahl von Parallelanalysen und derselben Ausgangsmenge. Außerdem wurden für jede Art der Stickstoffermittlung je 5 sogen. „Blinde Bestimmungen" ausgeführt, um den störenden Einfluß der benutzten Chemikalien auf den Ausfall der Stickstoffbefunde auszuschalten.

Drei derartig untersuchte Phonolithmehle ergaben in je 10,000 g Substanz einen Gesamtstickstoffgehalt von:

I. 0,267 $\pm$ 0,061 mg N	II. 0,474 $\pm$ 0,104 mg N	III. 0,119 $\pm$ 0,094 mg N
gleich 0,00267 %	0,00474 %	0,00119 %

Es läßt sich jedoch von dem Stickstoffgehalt dieser drei verschiedenen Gesteinsproben mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung der Beweis erbringen, daß keine Differenzen zwischen den einzelnen Proben bestehen dürften, nämlich weder zwischen

I und II	0,207 $\pm$ 0,120 mg N
II „ III	0,355 $\pm$ 0,140 „ „
I „ III	0,149 $\pm$ 0,112 „ „

Die Höhe der beigefügten wahrscheinlichen Schwankung spricht, wie ersichtlich, gegen die Sicherstellung der Differenzen als solche, so daß auf einen nahezu gleichen Gesamtstickstoffgehalt aller drei

[1] Vergl. E. Blanck, Der Phonolith ein Stickstoffdünger? Landw. Versuchs-Stationen. 1917. **90**. p. 33.

Proben zu schließen ist. Berücksichtigt man aber die Ermittlungen der sogen. blinden Stickstoffbestimmungen, wie dieses im nachfolgenden unter Heranziehung der Wahrscheinlichkeitslehre zum Ausdruck gebracht worden ist, und zwar durch Wiedergabe der verbrauchten ccm Titrationslauge, so zeigt sich der obige Stickstoffgehalt als nur ein illusorischer oder mindestens doch sehr fragwürdiger:

I.	II.	III.
33,80 $\pm$ 0,02	33,80 $\pm$ 0,02	33,80 $\pm$ 0,02
33,71 $\pm$ 0,02	33,64 $\pm$ 0,04	33,76 $\pm$ 0,03
0,09 $\pm$ 0,029	0,16 $\pm$ 0,044	0,04 $\pm$ 0,036

Gleiches mit Ausnahme von für Probe II[1] gilt für die Feststellung des Ammoniakstickstoffgehaltes in denselben Proben, wie nachstehende Gegenüberstellung der bei der Titration verbrauchten ccm Lauge ohne weiteres schon zu erkennen gibt:

I.	II.	III.
33,96 $\pm$ 0,02	33.96 $\pm$ 0.02	33,96 $\pm$ 0,02
33,86 $\pm$ 0,02	33,83 $\pm$ 0,01	33,95 $\pm$ 0,00
0,10 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,02

Ich sehe daher auch für diesen Fall von einer Wiedergabe der Umrechnung auf Ammoniakstickstoff unter Berücksichtigung der wahrscheinlichen Schwankungen ab, will jedoch zugeben, daß die verbrauchten ccm Lauge einen Ammoniakstickstoffgehalt von 0,00296, 0,00385 bezw. 0,00030 % entsprechen würden. Doch ist diesen Befunden abermals keine Bedeutung beizulegen, denn auch die Befunde für Gesamtstickstoff im Vergleich zum Ammoniakstickstoff, ausgedrückt in ccm verbrauchter Lauge, zeigen deutlich, daß kein Unterschied zwischen den beiden Werten besteht:

ccm für:	I.	II.	III.
Ges. N	0,09 $\pm$ 0,03	0,16 $\pm$ 0,04	0,04 $\pm$ 0,04
Ammoniak N	0,10 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,02
Zugunsten des Ges. N	— 0,01 $\pm$ 0,04	+ 0,03 $\pm$ 0,04	+ 0,03 $\pm$ 0,04

Man gelangt daher kurz zusammenfassend zu der Ansicht, daß der in den drei untersuchten Phonolith-Leucitophyr-Proben etwa vorhandene Stickstoffgehalt nur äußerst gering veranschlagt werden kann, ja sich sogar bei kritischer Verarbeitung des Analysenmaterials als nicht bestehend gezeigt hat. Die vorliegenden Untersuchungen geben somit keine Stütze für die Anwesenheit eines irgendwie in Betracht kommenden Stickstoffgehaltes der Phonolithe ab.

[1] Der Befund von 0,13 mit 0,02 ccm wahrscheinlicher Schwankung liegt nämlich innerhalb der 6½fachen wahrscheinlichen Schwankung, so daß er als ausreichend sichergestellt zu betrachten ist.

Das Geschlecht der Gattungsnamen auf ites.

Von **V. Hilber.**

In den geologischen und paläontologischen Werken findet man die Gattungsnamen auf *ites* (und *ytes*) teils mit männlichen, teils mit weiblichen Artnamen versehen. Hier nur einige Beispiele aus Lehrbüchern (m = männlich, w = weiblich).

Ammonitengenera	Credner	Kayser	Leonhard-Hoernes	Steinmann	Zittel
auf *ites*	m	m	m	m	m
Ananchytes	w	w	w	m	w
Favosites	m	w	w	w	w
Halysites	w	w	w	—	w
Nummulites . . .	m	m	m	—	m, w.

Im Bronn'schen Enumerator 1849 sind die meisten Gattungsnamen auf *ites* männlich, einige (*Escharites, Melicertites, Ovulites*) weiblich.

Es handelt sich um eine latinisierte, ursprünglich griechische Endung nach dem Muster von *Abderites, Sybarites* (nomina gentilia). „Das genus bleibt dasselbe wie im griechischen, daher sind die substantiva auf *e* feminina, die auf *as* und *es* masculina“ (Goldbacher, Lateinische Grammatik. p. 47) und „die griechischen substantiva auf *ās* und *ēs* sind“ (im lateinischen) „männlich“ (Kühner-Holzweissig, Ausführliche Grammatik der lateinischen Sprache. 2. Aufl. p. 437). Herr Kollege Kukula macht mich aufmerksam, daß überdies die griechische Endung *ites* eine weibliche Form auf *itis* hat.

Eine Ausnahme machen die Baumnamen auf *ites* (*Pinnites, Araucarites*), weil sie nach ihrer Bedeutung weiblich sind.

Die Gattungsnamen auf *ites* (und *ytes*) mit Ausnahme der durch ihre Bedeutung weiblichen Baumnamen sind also männlich.

Nachruf für August Friren.

Am 18. April 1916 starb im Alter von 79 Jahren der Metzer Paläontologe August Friren. Er war aus Diedenhofen gebürtig und widmete sich dem geistlichen Stande. Mit 25 Jahren war er Professor in Bitsch. Im Jahre 1865 kam er als Hausgeistlicher ins Sacré Coeur von Monteningen bei Metz. Seit 1873 lehrte er daselbst im Kleinen Seminar (Bischöflichen Gymnasium) Physik und Mathematik und stand seit 1898 dieser Anstalt als Direktor vor. Im Jahre 1893 wurde er zum Ehrendomherrn ernannt. In den letzten Jahren lebte er zurückgezogen und versah nur noch das Amt eines Hausgeistlichen zu Sancta Constantia.

Mit seinem Hinscheiden hat die Lothringer Heimatforschung einen herben Verlust erlitten und die paläontologische und botanische

Wissenschaft einen treuen und verdienten Anhänger verloren. Im wesentlichen war Friren Autodidakt, aber die Liebe zur Sache, sein kritischer Scharfblick und seine Geduld verhalfen ihm zu einer gründlichen Vorbildung. Er war einer der besten Vertreter jener Richtung, welche sich in Anfang und Mitte des letzten Jahrhunderts in Deutschland und mehr noch in Frankreich mit der naturwissenschaftlichen Erforschung der Heimat befaßte. Als er nach Metz kam, begann er die reichen Aufschlüsse vor den Toren der Stadt auszubeuten. Damals kam er auch in Berührung mit Terquem, dem verdienten Metzer Paläontologen. Im Jahre 1868 erschien Friren's erste Veröffentlichung: Quelques mots sur une Bélemnite du Lias moyen. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de la Moselle. Metz 1868. Verronnais impr. 12 p. 1 Taf.) In diesem Aufsatz beschreibt er den Phragmokon des *Belemnites clavatus* und des *Aulacoceras elongatum* aus den Blättermergeln (Amaltheentonen) von Metz und gibt Winke über die systematische Verwertung der Innenskulptur der Belemniten. Nach dem Krieg war er der einzige im Lande, der die geologisch-paläontologischen Traditionen weiterpflegte. Er setzte mit geduldiger Ausdauer seine Aufsammlungen im Lothringer Jura fort, und es elang ihm, in den untern Amaltheentonen eine neue, hochinteressante, den paläozoischen Orthiden nahestehende Brachiopodengattung zu entdecken. Er gab ihr den bezeichnenden Namen *Orthoidea liasina*. Die zierliche Art, welche von Terquem und Deslongchamps mit der Jugendform der *Waldheimia numismalis* verwechselt worden war, ist beschrieben und abgebildet in dem Aufsatz: Mélanges paléontologiques. I. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Metz. 13. c. 2. Serie. Metz 1875. Verronnais impr. 32 p. 2 Taf.) Dieselbe Arbeit enthält Beschreibung und Abbildung einer neuen Gastropodenart *Straparollus metensis* Friren aus den Blättermergeln, ferner die irrtümlich als *Ammonites Terquemi* beschriebene Jugendform des *Aegoceras Taylori* Sow. sp. var. *nodosum* Qu., sowie interessante Angaben über das Vorkommen des *Aulacoceras elongatum* und des weitverbreiteten Problematikums *Tisoa siphonalis* M. d. S.

Aber Friren's Verdienst besteht noch mehr als in den eigenen Publikationen darin, daß er die Schätze seiner reichhaltigen Sammlung mit der ihm eigenen liebenswürdigen Selbstlosigkeit jedem wissenschaftlichen Arbeiter zugänglich gemacht hat. So stammte viel Material der Werke von Branca[1], Haas[2] und Stuber[3] aus

[1] W. Branca, Der Untere Dogger Deutsch-Lothringens. Abh. zur geol. Spezialk. v. Els.-Lothr. 2. H. 1. Straßburg 1897.

[2] H. Haas u. C. Petri, Die Brachiopoden der Juraformation von Elsaß-Lothringen. Abh. z. geol. Spezialk. v. Els.-Lothr. 2. H. 2. Straßburg 1888.

[3] J. A. Stuber, Die Obere Abteilung des Unteren Lias in Deutsch-Lothringen. Abh. zur geol. Spezialk. v. Els.-Lothr. 5. H. 2. Straßburg 1893.

der Friren'schen Sammlung. Im Jahre 1886 erschien der zweite Teil der Mélanges paléontologiques. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Metz. 17. c. 3. Serie. Even impr. 54 p.) Darin ist besonders die Fauna von Bévoie bei Metz behandelt[1]. Ferner finden wir Mitteilungen über seltene Brachiopoden aus dem Metzer Jura, Ergänzungen und Berichtigungen zur Haas'schen Monographie und Notizen über *Orthoidea liasina, Aulacoceras elongatum* und *Tisoa siphonalis*. Besonders wertvoll ist eine im Jahre 1892 herausgegebene kritische Besprechung über die Bryozoen der *Sowerbyi*-Schichten: Mélanges paléontologiques. III. Les bryozaires de l'oolithe inférieure des environs de Metz. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Metz. 18. c. 2. Serie. 1892. Even impr. 82 p.)

In der Folge wandte sich Friren ganz der Botanik zu, und er hat auch hier besonders durch die Untersuchung der Lothringer Moose Erhebliches geleistet. Friren's Aufsätze verraten seine bedächtige, gründliche Art zu arbeiten. Festina lente war sein Wahlspruch. Seine übergroße Bescheidenheit hat ihn daran gehindert, all die Ergebnisse seiner zuverlässigen Bestimmungen zu veröffentlichen. Friren gebührt das Verdienst, die Fundstücke der vorübergehenden Aufschlüsse der Wissenschaft gerettet zu haben, und dies zu einer Zeit, als das allgemeine Interesse sich immer mehr der historischen Erforschung des Metzer Landes zuwandte. Es steht zu hoffen, daß seine Sammlung, welche die Funde aus den damals bekannten Schichten des Lias und Dogger birgt und seine Vorliebe zu Einzelstudien und biologischen Gruppen zeigt, noch manchen wertvollen Beitrag zur Kenntnis der Lothringer Jurafossilien liefern wird. Es war mir vergönnt, die Funde eingehend zu studieren und nach mündlichen Mitteilungen des Verstorbenen über Fundorte und Aufschlüsse in den meisten Fällen die fehlenden Schichtbezeichnungen nachzutragen. Sicherem Vernehmen nach wird die wertvolle Sammlung der engeren Heimat erhalten bleiben. Dr. W. Klüpfel (Metz).

---

[1] Inhaltsangabe in: Mitt. der Komm. f. d. geol. Landesunt. v. Els.-Lothr. 1. H. 3. Straßburg 1888. — Stuber hat die Fauna von Bévoie kritisch auf die einzelnen Schichten (Lias β und γ) verteilt. — Der p. 41 beschriebene Rest (*Leptaena*) hat sich als die Hälfte eines Stielglieds von *Extracrinus subangularis* aus den fortgeschwemmten Blättermergeln erwiesen.

Personalia.

Ernannt: Prof. Dr. J. F. **Pompeckj**, der Nachfolger von Geheimrat Branca in Berlin, zum Geheimen Bergrat.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums (verallgemeinerte Symmetrielehre).

Von Paul Niggli.

Mit 2 Textfiguren.

Der Kristallsymmetrielehre des Kontinuums steht die Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums gegenüber, den 32 Kristallklassen (Kristallsymmetriegruppen) entsprechen die 230 Kristallraumsysteme (Raumgruppen).

Für die erstere gilt (im physikalischen Sinne): Alle einem Symmetrieelement (Symmetrieachse, Symmetrieebene, Symmetriezentrum) parallelen gleichen Elemente (Geraden oder Ebenen oder Punkte) sind wiederum entsprechende Symmetrieelemente. Speziell gilt: Alle Punkte sind sich identisch.

Im Gegensatz dazu stehen die folgenden Sätze, welche die Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums einleiten und von einer diskontinuierlichen Struktur der Materie bei periodischer Homogenität verlangt werden.

1. Der Abstand paralleler gleichartiger Symmetrieelemente voneinander kann nicht unter einen endlichen Wert sinken.

2. Die Identität[1] tritt erst in bestimmten Abständen wieder auf, die nicht unendlich klein werden können und die einzig von der Richtung abhängig sind. Es existiert daher um jeden Punkt ein Raum der N i c h t i d e n t i t ä t von beliebiger Gestalt, aber konstantem endlichen Volumen. Dieser Raum kann immer als Parallelepiped konstruiert werden und bildet als solches den großen Fundamentalbereich einer regelmäßigen Raumteilung. Jedem Raum der Nichtidentität eines gegebenen Raumsystems gehört die gleiche und volle Zahl von nichtidentischen Symmetrieelementen an.

Der Satz zwei verbürgt die periodische Homogenität und ist der Ausdruck dafür, daß jedem Raumsystem eine Translationsgruppe oder ein Raumgitter zugeordnet werden kann[2]. Die historische Entwicklung der Kristallstrukturlehre hat zur Folge, daß bei der

[1] Zwei Punkte sind nur dann identisch, wenn die Anordnung der übrigen Punkte auch der Lage nach eine gleiche ist, ohne daß eine Drehung oder Spiegelung stattfinden muß. (Identität = Drehung Null).

[2] Gleichzeitig ergibt sich daraus auch, daß die Achsen 2-, 3-, 4- oder 6-zählig sein müssen.

Ableitung der Raumsysteme meist so vorgegangen wird, daß man zuerst die möglichen speziellen Formen der Raumgitter bestimmt und dann mit ihnen als etwas Gegebenem weiteroperiert. Der nachstehend skizzierte Weg scheint mir konsequenter und einfacher zu sein. Die zwei mitgeteilten Sätze der Kristallsymmetrielehre des Kontinuums sagen aus, daß es zur Ableitung der 32 Kristallklassen genügt, die möglichen Kombinationen von durch einen Punkt gehenden Symmetrieelementen aufzusuchen. In gleicher Weise muß es möglich sein, die 230 Raumsysteme mathematisch abzuleiten, indem man für den Raum der Nichtidentität alle mit den Symmetriegesetzen in Einklang stehenden Kombinationen von Symmetrieelementen aufsucht. Die spezielle Form des Tripels primitiver Translationen ergibt sich automatisch aus der angewandten Kombination.

Die grundliegenden Symmetrieoperationen sind Drehung um eine Achse und Spiegelung an einer Ebene.

1. Einer n-zähligen Achse (kristallographisch $n = 2, 3, 4, 6$) eigen ist die Rotation um einen bestimmten Winkel derart, daß, wenn diese Rotation n-mal im gleichen Sinne ausgeführt wird, die Identität entsteht. Im Kontinuum wird diesen Bedingungen einzig die Drehungsachse gerecht, im Diskontinuum, in dem auch in der Achsenrichtung identische Punkte einen bestimmten Abstand besitzen, außerdem die Schraubenachse, deren Translationskomponente der n^{te} Teil eines Ein- oder Vielfachen des Identitätsabstandes in Richtung der Achse ist.

2. Einer Symmetrieebene im weiteren Sinne eigen ist die Spiegelung, die zweimal ausgeführt die Identität ergeben muß. Im Diskontinuum gibt es Spiegelebenen und Gleitspiegelebenen, die diese Bedingungen erfüllen, letztere dann, wenn der Betrag der Gleitung die Hälfte einer primitiven Translation (Identitätsabstand) in der Ebene ist. (Gleitspiegelebenen und Spiegelebenen können zusammen auch als spiegelnde Ebenen bezeichnet werden.)

3. Inversion und Drehspiegelung lassen sich als Produkt zweier nacheinander ausgeführten Operationen 1 und 2 auffassen. Gleichgültig, ob man dazu Drehungsachsen oder Schraubenachsen, Spiegelebenen oder Gleitspiegelebenen verwendet, entsteht im ersteren Falle ein Symmetriezentrum, im zweiten Falle die Kombination einer $\frac{n}{2}$-zähligen Drehungsachse mit einer Drehspiegelebene.

Drehungsachsen erster Art, Schraubenachsen, Spiegelebenen, Gleitspiegelebenen, Symmetriezentren, Drehungsachsen zweiter Art sind die Symmetrieelemente des Diskontinuums. Sie derart zu kombinieren, daß der Abstand paralleler gleichartiger Elemente nicht unter einen endlichen Betrag hinuntergehen kann, ist die Aufgabe der Symmetrielehre des Diskontinuums. Die Aufgabe ist jeweilen

erledigt, wenn alle einem Raume der Nichtidentität angehörigen Symmetrieelemente angegeben sind. Die, nach dem kristallographischen Grundgesetz (das übrigens auch durch die endliche Translationsgruppe gewährleistet wird) möglichen und sich gegenseitig bedingenden, Kombinationen erhält man unter Berücksichtigung einer Reihe von Sätzen, die zweckmäßig zuerst abgeleitet werden. Die meisten dieser Sätze lassen sich so formulieren, daß die Beziehungen zwischen den einfachen Symmetrieelementen (Symmetrielehre des Kontinuums) Spezialfälle davon sind. Sie stellen daher eine ganz geringe Mehrbelastung dar und zeigen auch ihrerseits, daß die Punktsymmetrie nur ein Sonderfall der Raumsymmetrie ist.

Folgende seien hier erwähnt (die von Schoenflies angegebenen Sätze sind selbst Spezialfälle davon):

1. Zwei unter einem Winkel $\frac{\pi}{n}$ stehende zweizählige Achsenscharen (kreuzend oder schneidend) bedingen darauf senkrecht stehende n-zählige Achsen; gleichzeitig entstehen zweizählige Achsenscharen von im ganzen n-Richtungen, die aller einer Ebene p parallel sind, bezw. (schneidend) in ihr liegen. Einem Projektionspunkt (O) der Kreuzungen von Achsen aller n-Richtungen auf p (bezw. deren Schnittpunkt) ist dann im Abstande O A (in p liegend) eine senkrecht auf p stehende n-zählige Achse zugeordnet, wenn die von A auf die Projektion der n zweizähligen Achsen gefällten Lote jede Achsenprojektion in der Hälfte ihres Schraubungskomponentenabstandes von O aus treffen[1]. Die Schraubungskomponente der n-zähligen Achse ist dem doppelten Abstande zweier um $\frac{\pi}{n}$ gedrehten Achsen gleich.

Von besonderer Bedeutung für die Ableitung der Vierergruppen ist der auf die zweizähligen Achsen bezügliche Spezialfall. Er möge daher einzeln formuliert werden:

Zwei rechtwinklig zueinander stehende (windschief oder schneidend) zweizählige Achsenscharen bedingen auf beiden senkrecht stehende zweizählige Achsen, die von der Projektion der Kreuzung, bezw. dem Schnittpunkt, um je den halben Schraubungskomponentenbetrag entfernt sind[2]. Die Achsen besitzen selbst eine Schraubungs-

---

[1] Schneiden sich die n zweizähligen Achsen in einem Punkt, so wird der Kreuzungspunkt zum Schnittpunkt selbst, die Projektionsebene zur Ebene der zweizähligen Achsen.

Sind alle zweizähligen Achsen Drehungsachsen, so geht die n-zählige Achse durch den Schnittpunkt der zweizähligen Achsen, bezw. bei windschiefer Lage durch den Kreuzungsprojektionspunkt.

[2] Stets in geometrischer Auffassung: Abstand = Diagonale eines aus den halben Schraubungskomponenten gebildeten Parallelogramms, bezw. (hier) Rechteckes. Die Projektion bezieht sich auf eine zu den Ausgangsachsen parallele Ebene.

komponente gleich dem doppelten kürzesten Abstand zweier Achsen der ersten und zweiten Schar. (Siehe Fig. 1.)

[Zweizählige Drehungsachsen somit senkrecht zu zwei sich schneidenden zweizähligen Achsen, zweizählige Schraubenachsen senkrecht zu zwei windschief zueinander stehenden Achsen]. Die entstehenden Einzelfälle, wenn alle Achsen Drehungsachsen sind, ergeben sich leicht von selbst.

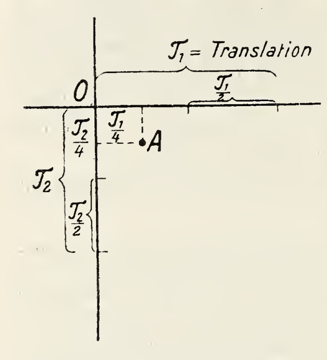


Fig. 1.

2. Eine auf einer spiegelnden Ebene[1] senkrecht stehende zweizählige Achse bedingt ein Symmetriezentrum, das vom Schnittpunkte um die Hälfte der Gleitungskomponente und die Hälfte der Schraubungskomponente entfernt ist. Auch hier wird der auf einfache Symmetrieelemente bezügliche Satz zu einem Spezialfall.

3. Der, die Schnittlinie zweier spiegelnden Ebenen, betreffende Satz sei in der für zweizählige Achsen gültigen Form mitgeteilt. Die Verallgemeinerung ist wie in 1 leicht auf 4-zählige, 6-zählige, 3-zählige Achsen zu übertragen.

Parallel der Schnittlinie zweier (n) senkrecht $\left(\sphericalangle \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{n}\right)$ aufeinander stehender spiegelnden Ebenen liegt im beidseitigen (allseitigen) Abstande der Hälfte der dazu senkrechten Gleitungskomponenten eine zweizählige (n-zählige) Achse mit einer Schraubungskomponente entsprechend der Höhendifferenz der zur Achse parallelen Gleitungskomponenten[2].

4. Jede 2n-zählige Drehspiegelachse ist zugleich n-zählige Drehungsachse.

5. Jede Parallelschar zweizähliger Achsen[3] besteht aus 4 nichtidentischen[4] Achsen. Ist eine davon zugleich vierzählig, so ist gleichzeitig noch eine Zweite vierzählig. Ist eine zugleich sechszählig, so gibt es weiter keine sechszähligen Achsen, hingegen existieren dann nach dem folgenden Satze außerdem zwei dreizählige Achsen.

6. Jede Parallelschar dreizähliger Achsen besteht aus drei nichtidentischen Achsen. Von diesen kann eine zugleich sechszählig

[1] Spiegelnde Ebene umfaßt Gleitspiegelebene und Spiegelebene.

[2] Sind die Gleitrichtungen schief, so handelt es sich um die Teilkomponenten in den zwei ausgezeichneten Richtungen.

[3] Achse kurzweg bedeutet Drehungsachse oder Schraubenachse.

[4] Nichtidentisch bedeutet durch Decktranslationen (Identitätsabstände) nicht ineinander überführbar.

erster Art sein, dann gehören zur Parallelschar außerdem 3 nichtidentische zweizählige Achsen.

7. Jede Parallelschar von spiegelnden Ebenen besteht aus zwei nichtidentischen Ebenen.

8. Jede Parallelschar von Symmetriezentren besteht aus 8 nichtidentischen Symmetriezentren.

Es tritt somit kein Symmetrieelement einzeln im Raume der Nichtidentität (großer Fundamentalbereich) auf. Die Scharen selbst können sich noch in verschiedener Weise aus Schraubenachsen und Drehungsachsen oder Gleitspiegelebenen und Spiegelebenen kombinieren. Und schon hier zeigt sich, wie eine bestimmte Kombination zu einer besonderen Form des Tripels primitiver Translationen führt, derart, daß eine vorgängige Ableitung der Raumgittertypen unnötig ist.

Es sollen beispielsweise alle Raumsysteme gebaut werden, die lediglich parallele zweizählige Achsen besitzen. Die Achsen können Schraubenachsen, oder Drehungsachsen und Schraubenachsen oder Drehungsachsen allein sein. Welches sind die möglichen Kombinationen und Anordnungen?

Zunächst seien nur Schraubenachsen vorhanden. Durch den Punkt A (Fig. 2) gehe senkrecht zur Zeichenebene eine zweizählige Schraubenachse (a) mit einer bestimmten Ganghöhe, die ja zugleich den Abstand identischer Punkte in der Achsenrichtung ergibt. Von den Abständen zwischen parallelen zweizähligen Schraubenachsen greife ich die zwei kürzesten heraus, die betreffenden, im übrigen beliebigen, Richtungen seien mit x und z bezeichnet. Durch B gehe die nächste zweizählige Schraubenachse (b), die a parallel läuft und daher nach dem Satz über die Identitätsabstände gleiche Ganghöhe besitzt. Diese Schraubenachse b hat zur Folge, daß im Abstande $2AB = AA'$ eine zweizählige Schraubenachse a' einsticht, die mit a identisch ist. (Zu jedem Punkt auf der Achse a gehört ein identischer Punkt auf a' und umgekehrt. Die Anordnung setzt sich in dieser Richtung von selbst ins Unendliche fort. Auf x gehe die a nächste zweizählige Schraubenachse c durch C. Sie bedingt durch A'' ($AA'' = 2AC$) eine mit a identische zweizählige Schraubenachse a''. Der Satz von den Identitätsabständen ergibt nun ohne weiteres die Achsen b', c', a'''. Da aber a und a''' identisch sind, geht durch die Mitte von AA''' notwendigerweise eine weitere zweizählige Schraubenachse d.

In der zu den Achsen senkrechten Ebene (Zeichnungsebene) umfaßt, wie sich leicht beweisen läßt, das Parallelogramm die gesamte Nichtidentität. Das Parallelepiped mit der Ganghöhe der Schraubenachse als Höhe umfaßt gleicherweise die gesamte Raumnichtidentität. Durch dieses Parallelepiped kann aber keine neue Schraubenachse gehen, da wir ja vorausgesetzt haben, AB und AC seien die kürzesten Abstände. Würden wir in irgend einem Punkt

im Parallelogramm A A' A'' A''' eine neue Schraubenachse errichten, so hätte sie mindestens von einer schon gezeichneten einen kürzeren Abstand, was der Voraussetzung widerspricht. Die 4 zweizähligen Schraubenachsen a b c d kennzeichnen somit ein Raumsystem, nämlich $\mathfrak{C}_2^2$. Das primitive Translationentripel findet man folgendermaßen. In Richtung der Achsen ist die Ganghöhe zugleich primitive Translation. Die Ableitung zeigt ferner, daß nicht nur a' und a'' mit a identisch sind, sondern daß speziell die Punkte A' und A'' A gleich sind. A A' und A A'' sind daher ebenfalls primitive Translationen.

Nun kann man weiterhin die Parallelscharen zweizähliger Achsen aus Drehungsachsen und Schraubenachsen kombinieren. a der Fig. 2 sei beispielsweise zweizählige Drehungsachse und in einem kürzesten Abstand A B liege der Durchstoßpunkt einer nächsten zweizähligen

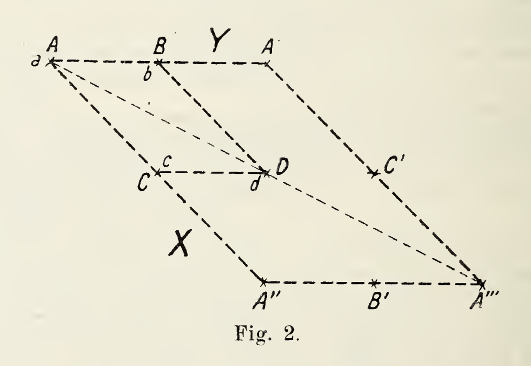


Fig. 2.

Schraubenachse. Dann geht durch A' (A A' = 2 A B) notwendigerweise eine mit a identische zweizählige Drehungsachse a'. Aber jetzt schon sei bemerkt, daß A' nicht ein mit A identischer Punkt ist, sondern daß ein solcher sich erst in halber Schraubenganghöhe über A' befindet. Die Ganghöhe von b ist natürlich wieder gleich dem Identitätsabstand auf allen zu b parallelen Achsen und Geraden. Ist c eine nächste Schraubenachse, so ist a'' wieder mit a identische Drehungsachse, ebenso a'''. c' und b' sind mit c und b identische Schraubenachsen. Mitten zwischen zwei identischen zweizähligen Drehungsachsen muß notwendigerweise eine neue zweizählige Drehungsachse liegen; es ist das d. Weitere zweizählige Achsen irgendwelcher Art können nicht vorhanden sein. Hätten wir angenommen, c sei wieder Drehungsachse, so würde d Schraubenachse geworden sein. Da die Richtungen x und z an keine Bedingungen geknüpft sind, entsteht keine prinzipiell neue Anordnung. Es gibt daher nur eine mögliche Kombination von zweizähligen Schraubenachsen und zweizähligen Drehungsachsen (2 sind Schraubenachsen, 2 sind Drehungsachsen). Das entsprechende Raumsystem heißt $\mathfrak{C}_2^3$.

Diesmal sind aber weder AA' noch AA'' primitive Translationen. In der Ebene der Achsen a b a' . . . schließt die primitive Translation mit den Achsen einen Winkel ein, dessen tang $= \frac{\frac{g}{2}}{AA'}$ ist. ($g =$ Ganghöhe der Schraubenachse). Die spezielle Form der Translationsgruppe ergibt sich somit ohne weiteres aus der angewandten Kombination.

Nur eine mögliche Parallelschar zweizähliger Achsen bleibt zur Besprechung übrig. Alle Achsen sind Drehungsachsen. Wieder gibt es 4 nichtidentische Achsen, die Ableitung führt sofort zur Gruppe $\mathfrak{C}_2^1$, mit einem primitiven Translationstripel wie in $\mathfrak{C}_2^2$.

Auf gleiche Weise lassen sich die möglichen Achsenscharen drei- und vierzähliger Achsen bestimmen, wobei ebenfalls die speziellen Kombinationen von Drehungs- und Schraubenachsen die verschiedenen Formen des primitiven Translationentripels automatisch liefern. Die möglichen Kombinationen von Parallelscharen einer Symmetrieebene sind: 1. Gleitspiegelebenen verschiedener Art, 2. Gleitspiegelebenen gleicher Art der Gleitspiegeloperation. 3. Gleitspiegelebenen und Spiegelebenen. 4. Spiegelebenen allein. Jeder Kombination entspricht ein Raumsystem, und die speziellen Formen des Translationentripels ergeben sich wieder als etwas Sekundäres.

Hat man alle Einzelparallelscharen der Symmetrieelemente abgeleitet, so lassen sich diese Scharen unter Berücksichtigung der Sätze, die das Neuauftreten von Symmetrieelementen bedingen, in der jeweilen zulässigen Weise kombinieren. Das Resultat sind die 230 Raumsysteme[1]. Der zu jeder Kombination gehörige Gittertypus stellt sich von selbst ein.

Vom Diskontinuitätsstandpunkte aus ist dies eine konsequente Ableitung, wie sie eine Fundamentalvorlesung über Kristallographie

[1] In Frage kommen hiebei, außer dem allgemeinen Charakter der zu kombinierenden Scharen von Symmetrieelementen, die gegenseitigen Lagebeziehungen der Symmetrieoperationen und Symmetrieelemente. — So sind beispielsweise alle 4 Raumsysteme $\mathfrak{C}_{2,v}^3$, $\mathfrak{C}_{2,v}^8$, $\mathfrak{C}_{2,v}^{10}$, $\mathfrak{C}_{2,v}^6$ durch die Kombinationen $(\mathfrak{C}_2^1, \mathfrak{C}_s^2, \mathfrak{C}_s^2)$ gegeben. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Gleitspiegeloperation und ihrer Lage zu der Achsenrichtung. — $\mathfrak{C}_{2,v}^{18}$ und $\mathfrak{C}_{2,v}^{20}$ besitzen beide die Kombination $(\mathfrak{C}_2^3, \mathfrak{C}_s^3, \mathfrak{C}_s^3)$, das eine Mal gehen aber die Symmetrieebenen Achsenebenen parallel, die Drehungsachsen und Schraubenachsen enthalten, das andere Mal sind sie parallel denjenigen Achsenebenen, die entweder lauter Drehungsachsen oder lauter Schraubenachsen führen. Das ist zugleich ein Gegensatz, der sich in verschiedenen primitiven Translationentripeln manifestiert; $\mathfrak{C}_{2,v}^{18}$ besitzt infolgedessen das flächenzentrierte Gitter, $\mathfrak{C}_{2,v}^{20}$ das innenzentrierte Gitter als Translationsgruppe.

vermitteln müßte. Die Reduktion auf 32 Kristallklassen für alle jene Vorgänge und Erscheinungen, bei denen praktisch mit einem Kontinuum gerechnet wird, ist leicht zum Schlusse durchzuführen. Jedes Raumsystem ist durch die Zahl und die gegenseitige Lage aller nichtidentischen Symmetrieelemente im großen Fundamentalbereich charakterisiert, doch ist es im Anschluß an die makroskopische Kristallographie zweckmäßiger, in allen Fällen die Symmetrieelemente anzugeben, die sich in einem Elementarparallelepiped befinden, mit den Identitätsabständen in Richtung der kristallographischen Achsen als Kanten. In dieser Weise sind von mir die kubischen Raumsysteme dargestellt worden. (Siehe eine demnächst erscheinende Arbeit.)

Wählt man den umgekehrten Weg und schickt die Ableitung der 32 Kristallklassen voraus, so erhält man die Raumsysteme, indem an Stelle aller Symmetrieelemente die für das homogene Diskontinuum möglichen Parallelscharen eingesetzt und die erhaltene Kombination auf ihre gegenseitige Bedingtheit geprüft werden. In beiden Fällen ist außer der Kenntnis der Sätze, die das Zusammenvorkommen von Symmetrieelementen betreffen, nur eine vorgängige Ableitung der Einzelscharen (denen übrigens auch Raumsysteme entsprechen) nötig. Irgend ein Raumsystem läßt sich dann direkt ohne weitere Kenntnis von Untergruppen ableiten.

Daß dabei den speziellen Typen der Translationsgruppe keine besondere Rolle zukommt, ist durchaus richtig. Die Raumgitteranordnung von Punkten verbürgt ja lediglich die periodische Homogenität und hängt mit dem speziellen Symmetriecharakter nur indirekt zusammen. (Winkelgröße, Translationengleichheit etc.)

Die Raumsysteme sind für das Diskontinuum das, was die Kristallklassen für das Kontinuum sind. Die speziellen Fälle, die entstehen, wenn den Schwerpunkten von Massenteilchen bestimmte Lagen[1] zukommen, sind das Analoge der verschiedenen Flächenkomplexe und Flächenkombinationen ein und derselben Kristallklasse. Für diese Zwecke muß man daher die Punkte innerhalb des großen Fundamentalbereichs oder des Elementarparallelepipeds nach ihrer Zähligkeit, nach ihrer Symmetrie und nach ihren Freiheitsgraden

[1] Hier kann sich wohl zeigen, daß bestimmte Lagen als Schwerpunktslagen besonders ausgezeichnet sind, so daß die entsprechenden Verbindungslinien bestimmte „Gittertypen" liefern (beispielsweise das häufige Auftreten einer flächenzentrierten Gitteranordnung im kubischen System auch dann, wenn das zugehörige Translationentripel einfach ist). Das hängt mit den Stabilitätsbedingungen der Anordnungsmöglichkeiten von Massenteilchen zusammen und enthält die eigentlichen, vielleicht nur wenig variablen, Kristallisationsgesetze (siehe einige bereits erschienene Mitteilungen). Gerade weil derartige Anordnungsmöglichkeiten nicht an bestimmte Translationsgruppen gebunden sind, müssen die Raumsysteme unter möglichster Vermeidung des Gitterbegriffes abgeleitet werden.

ordnen. (Für die kubischen Raumgruppen siehe eine demnächst erscheinende Arbeit im N. Jahrb. f. Min. etc.) Auch bei der Annahme von nur quasihomogenem verzwillingtem Bau bleibt nichts anderes übrig als zuerst die Raumsysteme abzuleiten und die Zwillingsgesetze darauf wirken zu lassen. Bis jetzt sind derartige Versuche selten ins Einzelne ausgearbeitet worden, so daß sich noch nicht erkennen läßt, welchen Vorteil diese kompliziertere Auffassung bieten wird.

Leipzig, Institut für Mineralogie und Petrographie.

Pisanit vom Lading in Kärnten.

Von **H. Leitmeier** in Wien.

Am Lading bei St. Michael im Lavanttale in Kärnten befindet sich im Gneis und Kalkstein eine Kieslagerstätte, deren Haupterze Pyrit- und Kupferkies sind, die am reichsten im Gneis auftreten. Diese Lagerstätte und ihre Erze sind beschrieben worden von F. v. Rosthorn und J. L. Canaval [1], Riedl [2] und R. Canaval [3], am eingehendsten hat sich der Letztgenannte geäußert, der auch den Gneis und seine mineralische Zusammensetzung näher untersucht hat. Neben den kiesigen Erzen findet sich Limonit, Granat, Quarz und Glimmer, die mit dem Pyrit zusammen auftreten. Auch ein wasserhaltiges, von Kupfer gefärbtes, grau- bis spangrünes Tonerdesilikat kommt dort vor, das namentlich R. Canaval näher beschrieben hat. Als Zersetzungsprodukte fehlen natürlich Malachit und Azurit nicht; auch Cuprit wurde in dieser Lagerstätte gefunden.

Von einem Besuche mehrerer Bergwerke Kärntens brachte Herr Hofrat Prof. Dr. C. Doelter eine Eisen-Kupfersulfatstufe mit, deren Untersuchung er mir überließ, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danke. Ferner übergab mir Herr Bergrat Holler eine schöne Stufe zur Untersuchung, für die ihm auch bestens gedankt sei.

Auf einer Masse, die aus zersetztem, zum größten Teile in Limonit umgewandeltem Pyrit, der auch etwas Kupferkies enthält, besteht, haben sich Sulfatkristalle gebildet. Man unterscheidet sofort zweierlei Arten dieses Sulfates: blaue, in ihrer Färbung etwas blasser als Kupfervitriol, und daneben grüne, wie Eisenvitriol gefärbte Kristalle. Das grüne Mineral überzieht das blaue, hat sich also später gebildet.

---

[1] F. Rosthorn und J. L. Canaval, Jahrbuch nat. Museum v. Kärnten. 1853. 173.

[2] Riedl, Zeitschrift berg-hüttenmänn. Vereines f. Kärnten. 1873.

[3] R. Canaval, Jahrbuch nat. Museum v. Kärnten. 1901. 1.

Es konnte von den beiden Mineralien genügend Material zu einer chemischen Untersuchung getrennt werden. Die qualitative Probe ergab, daß beide Bildungen Mischungen von Kupfer- und Eisensulfat, also Pisanit darstellen.

Pisanite sind natürliche, isomorphe Mischungen der beiden Komponenten Ferrosulfat-Heptahydrat $FeSO_4 . 7H_2O$ und Kupfersulfat-Heptahydrat $CuSO_4 . 7H_2O$. Beide Komponenten kommen ebenfalls als Mineralien in der Natur vor; das erste Sulfat entspricht dem Melanterit, das zweite dem erst seit kurzem in der Natur gefundenen Boothit; sie kristallisieren beide monoklin-prismatisch und stehen einander kristallographisch sehr nahe. Das letztere ist schon lange vor seinem Auffinden in der Natur auf künstlichem Wege von Lecoq de Boisbaudran[1] dargestellt, aber erst viel später von W. T. Schaller[2] in Leona Heights, Alameda Co., Kalifornien, entdeckt worden.

Die Mischungen der beiden Komponenten sind in der Natur schon lange bekannt und zuerst von Pisani[3] untersucht worden.

Eingehend hat die monoklin-prismatische Reihe Ferrosulfat-Heptahydrat—Kupfersulfat-Heptahydrat J. W. Retgers[4] experimentell untersucht und gefunden, daß in dieser Reihe kein Doppelsalz vorkommt.

Die Kristalle vom Lading, sowohl die blauen als auch die grünen, sind sehr einfach gebaut, indem sie nur Prismenflächen und die Endfläche zeigen. Durch Vorwalten von Prismenflächen kommt die an rhomboedrische Calcit-Kristalle erinnernde Ausbildungsweise, wie sie z. B. Retgers beschrieb, nicht so sehr zum Ausdrucke. Andere Flächen wurden nicht beobachtet. Im Gegensatze dazu tritt der Pisanit an anderen Fundorten sehr flächenreich auf; so beschrieb z. B. W. T. Schaller[5] von Leona Heights in Kalifornien sehr flächenreiche Kristalle (er fand dort 17 Formen). Zu kristallographischen Messungen sind die Kristalle vom Lading wenig geeignet, da sie, besonders an den Prismenflächen, stark gerillt sind. Da die Winkel der beiden Komponenten einander recht ähnlich sind, so würde sich beim vorliegenden Mineral kaum der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf Winkel der Kristalle (etwa den Prismenwinkel) erkennen lassen, da die Fehlergrenze zu weit wäre.

1. Der blaue Pisanit.

Die Dichte wurde in Methylenjodid-Benzol mit 1,950 bestimmt.

Zur Analyse stand verhältnismäßig nur wenig Material zur Verfügung. An 0,7834 g wurde zuerst nach Brush-Penfield das

---

[1] Lecoq de Boisbaudran, Compt. rend. hebd. d. Acc. de seanc. Paris. 1867. **65**. 1249.

[2] W. T. Schaller, Bull. Dept. Geol. Univ. Calif. 1903. 3.

[3] Pisani, Compt. rend. hebd. d. Acc. de seanc. Paris. 1859. **48**. 807.

[4] J. W. Retgers, Zeitschr. f. phys. Chemie. 1894. **15**. 562.

[5] W. T. Schaller, l. c.

Wasser bestimmt, dann das Sulfat im Wasser gelöst, in zwei gleiche Teile geteilt und an dem einen die Schwefelsäure, an dem anderen Kupfer und Eisen bestimmt. Man findet manchmal angegeben, daß man Eisen und Kupfer dadurch trennen könne, daß man beide Elemente mit Ammoniak als Hydroxyde fällt, in einem ganz geringen Überschusse des Fällungsmittels löst sich das Kupferhydroxyd. Durch mehrmaliges Fällen und Wiederauflösen des filtrierten Niederschlages kann man nun allerdings den Eisenhydroxydniederschlag frei von Kupfer erhalten, aber es geht dann sehr leicht ein Teil des Eisenhydroxydes bei dem öfters wiederholten Fällen seinerseits in Lösung und man bekommt zu wenig Eisen. Ich habe Proben mit Gemischen von Cu- und Fe-Sulfat gemacht, die mich veranlassten, diese Methode als nicht hinreichend genau zu erklären. Bei der vorliegenden Analyse wurde das Cu als Sulfid durch Schwefelwasserstoff aus saurer Lösung gefällt und dann das Eisen als Hydroxyd.

Die Analyse ergab:

CuO	11,44
FeO	13,16
SO_3	27,59
H_2O	45,68
Unlösl.	1,49
	99,36

Nach Abzug des Unlöslichen, das aus Gesteinssubstanz und aus Erzteilchen bestand, erhält man folgende Zahlen:

CuO	11,67
FeO	13,43
SO_3	28,18
H_2O	46,72
	100,00

Berechnet man das Molekularverhältnis aus diesen Zahlen, so kommt man angenähert auf das Verhältnis:

$$(FeO, CuO) : SO_3 : H_2O = 1 : 1 : 7.$$

Die Formel lautet also: $(Fe, Cu)SO_4 \cdot 7H_2O$.

Dabei ist das CuO auf FeO umgerechnet. Die für Wasser erhaltene Zahl ist etwas höher als 7, ungefähr 7,2. Dies hat seinen Grund darin, daß das Analysenmaterial nicht vollständig frei von zersetzter Substanz war. Da zur Analyse lufttrockenes Material verwendet worden war, so wird der Wassergehalt durch geringe Beimengungen von Zersetzungsprodukten, die aus der Luft Wasser anziehen, erhöht. Die Verwendung von Analysenmaterial, das bei 100^0 getrocknet ist, empfiehlt sich deshalb nicht, weil diese Sulfate schon bei 105^0 den weitaus größeren Teil ihres Wassers abgeben; eine ganz geringfügige Überschreitung der Trocknungstemperatur könnte die Verhältnisse in weit merklicher Weise be-

einflussen als die geringe Menge von Adsorptionswasser mechanisch nicht abtrennbarer Zersetzungsprodukte.

Bei der Berechnung des Analysenresultates auf die beiden Komponenten kommt dieser höhere Wassergehalt natürlich noch viel merklicher zum Ausdruck.

Dieser Berechnung wurde zugrunde gelegt:

Für $FeSO_4 . 7H_2O$		für $CuSO_4 . 7H_2O$	
FeO	25,85	CuO	27,84
SO_3	28,80	SO_3	28,02
H_2O	45,35	H_2O	44,14
	100,00		100,00

In dem blauen Pisanit vom Lading sind danach enthalten:

FeO	13,4	CuO	11,7
SO_3	15,0	SO_3	11,8
H_2O	23,6	H_2O	18,6
	52,0		42,1

Wenn man sonach vom FeO- und CuO-Gehalt ausgehend die vorliegende Mischung aus den beiden Komponenten berechnet darstellt, würde sich nachstehendes Verhältnis ergeben:

CuO	11,7
FeO	13,4
SO_3	26,8
H_2O	42,2
	94,1

Außer dem bereits erwähnten und begründeten Unterschiede im Wassergehalte ergibt sich auch eine Differenz in der SO_3-Menge. Diesen Unterschied halte ich allein in einem Analysenfehler begründet, der seine Erklärung ja auch in der geringen Substanzmenge findet, die mir zu Gebote stand.

Auf ein stöchiometrisches Verhältnis lassen sich Eisenoxydul und Kupferoxyd nicht zurückführen. Es liegt eine Mischung vor, die angegeben werden kann mit:

45 Kupfersulfat
55 Eisensulfat.

2. Das grüne Salz.

Die Dichtebestimmung ergab 1,941.

Zu dieser Analyse standen mir noch etwas geringere Mengen zu Gebote.

CuO	7,24
FeO	15,19
NiO	0,24
SO_3	24,11
H_2O	41,43
Unlösl.	11,31
	99,52

Die Nickelbestimmung erfolgte nach dem Verfahren von O. Brunck[1] mittels Dimethylgloxim, nachdem das Eisen vorher durch Natriumsuccinat ausgefällt und als Ferrihydroxyd getrocknet worden war.

Nach Abzug des unlöslichen Anteiles auf 100 umgerechnet kommt man zu folgenden Zahlen:

CuO	8,21
FeO	17,23
NiO	0,27
SO_3	27,33
H_2O	46,96
	100,00

Das Molekularverhältnis führt in gleicher Weise wie beim blauen Pisanit zum Verhältnis (CuO, FeO) : SO_3 : H_2O = 1 : 1 : 7.

Rechnet man nach dem Gehalte an FeO und CuO die einzelnen Sulfate, so ergeben sich folgende Zahlen:

FeO	17,2	CuO	8,2
SO_3	19,2	SO_3	8,3
H_2O	30,2	H_2O	13,0
	66,6		29,5

Die Zusammensetzung der entsprechenden Mischung wäre dann:

CuO	8,2
FeO	17,2
SO_3	27,5
H_2O	43,2
	96,1

Es ergibt sich auch hier wieder der gleiche Unterschied im Wassergehalt, der indessen dadurch, daß der Nickelgehalt bei der Berechnung keine Berücksichtigung gefunden hat, um ein kleines sich verringert. Dafür ergibt sich hier im Gegensatze zur Analyse am blauen Pisanit ein kleiner Überschuß an SO_3, der wiederum in einem Analysenfehler seine Erklärung finden kann.

Die Mischung aus den beiden Komponenten berechnet sich für das grüne Salz ungefähr zu:

31 Kupfersulfat
69 Eisensulfat.

In der nachstehenden Tabelle gebe ich eine Übersicht über die nunmehr bekannt gewordenen natürlichen Mischungen von Kupfersulfat (Boothit) und Eisensulfat (Melanterit). Ich benütze dazu eine Zusammenstellung von W. T. Schaller; die Analysen sind nach steigendem Kupfergehalte angeordnet:

---

[1] O. Brunck, Zeitschr. f. angew. Chemie. 1907. 1844.

	1	2	3	4	5	6
CuO	—	7,56	8,21	9,17	10,07	11,67
FeO	25,86	15,85	17,23	16,37	(16,15)	13,43
SO_3	28,80	30,74	27,33	29,00	28,84	28,18
H_2O	45,34	45,85	46,96	45,46	(44,94)	46,72
	100,00	100,00	100,00[1]	100,00	100,00	100,00

	7	8	9	10	11	12	13
CuO ...	12,61	15,52	15,56	17,45	17,64	18,81	27,85
FeO ...	14,14	12,14	10,98	10,18	9,62	8,51	—
SO_3 ...	28,44	27,82	29,90	28,43	28,27	27,93	28,02
H_2O ..	44,81	44,52	43,56	43,94	44,47	44,75	44,13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Theoretische Zusammensetzung des Melanterits ($FeSO_4 . 7H_2O$).
2. Pisanit von Gonzales, Monterey Co., Kalifornien; analysiert von W. T. Schaller[2].
3. Pisanit vom Lading in Kärnten; analysiert von H. Leitmeier (diese Mitteilung).
4. Pisanit von Leona Heights, Alameda Co., Kalifornien; analysiert von W. T. Schaller[3].
5. Pisanit von der Grube Fenice bei Massa Marittima in Toscana, analysiert C. Hintze[4]. C. Hintze hat nur CuO und SO_3 bestimmt; FeO und SO_3 sind von W. T. Schaller berechnet.
6. Pisanit vom Lading, wie Analyse 3.
7. Pisanit vom Bingham-Minendistrikt in Utah; analysiert von W. F. Hillebrand[5].
8. Wie Analyse 4.
9. Pisanit aus der Türkei (ohne nähere Fundortangabe); analysiert von F. Pisani[6].
11. Grüner Pisanit (vom Autor Salvadorit genannt) von der Grube Salvador, Quetena bei Calama, Chile; analysiert von W. Herz[7].
12. Blauer Pisanit (Salvadorit) vom gleichen Fundort und vom gleichen Autor analysiert.
13. Theoretische Zusammensetzung des Boothit ($CuSO_4 . 7H_2O$).

Auch wenn man die anderen Analysen des Pisanites, wie sie im Obigen zusammengestellt sind, auf die einzelnen Sulfate berechnet, so ergibt sich aus den meisten dieser ein Wasserüberschuß; es

[1] Dazu 0,27 NiO.
[2] W. T. Schaller, Amer. Journ. 1904. **17**. 193.
[3] Derselbe. Bull. Dep. Geol. Univ. Calif. 1903. **3**. 191.
[4] C. Hintze, Zeitschr. f. Krist. 1878. **2**. 309.
[5] W. F. Hillebrand bei J. M. Boutwell, U. S. Geol. Surv. 1905. **220**. 105.
[6] F. Pisani, Compt. rend. hebd. Paris. 1859. **48**. 807.
[7] W. Herz, Zeitschr. f. Krist. 1896. **26**. 16.

bekommt beispielsweise SCHALLER für seinen Pisanit von Gonzales (Analyse No. 2) für Wasser den Molekularquotienten 7,18, während $CuO + FeO$ nur 0,89 ergeben. Wahrscheinlich ist dieser Umstand in einer Beimengung zersetzter Partien begründet und weiteres in der leichten Wasserabgabe, die ein Trocknen bei 100° nicht zuläßt.

Wie auch SCHALLER hervorgehoben hat, ist das Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten durchaus kein konstantes, und liegt kein Grund zur Annahme eines Doppelsalzes vor. Auf einen Umstand glaube ich indessen hinweisen zu sollen. Der kleinste Kupfergehalt aller dieser Analysen beträgt 7½ %, der kleinste Eisengehalt 8½ %. Ich habe die Melanteritanalysen alle durchgesehen, und in keiner ist ein nennenswerter Kupfergehalt verzeichnet. Es fehlen also Mischungen der einen Komponente (Fe-Sulfat) mit geringen Mengen der andern. Die bisher bekannten wenigen Boothit-Analysen verzeichnen einen wenn auch ganz geringen Eisengehalt. Es scheint also auch hier eine Lücke in der Mischungsreihe der natürlichen Verbindungen vorzuliegen, insoferne auf Grund der wenigen Analysen ein allgemeiner Schluß zulässig sein kann. In dem mittleren Teile aber ist die Reihe in der Natur vollständig vertreten.

Mit einer dieser erwähnten Lücke befinden sich die experimentellen Untersuchungen von J. W. RETGERS in Übereinstimmung. Aus seiner Untersuchung der monoklinen Reihe $CuSO_4 . 7H_2O$—$FeSO_4 . 7H_2O$ geht hervor, daß es gelingt, eine lückenlose Darstellung künstlicher Mischkristalle von der Komponente $FeSO_4 . 7H_2O$ bis zu Mischungen mit 53,17 % $CuSO_4 . 7H_2O$ als Grenzwert darzustellen. Es gelang aber nicht, die Reihe weiter gegen die andere Komponente hin auszudehnen, trotzdem die Verbindung $CuSO_4 . 7H_2O$ experimentell dargestellt wurde. In dieser Richtung angestellte Versuche ergaben neben den monoklinen Mischkristallen der eben angegebenen Zusammensetzung nur trikline Mischkristalle des triklinen Sulfats $CuSO_4 . 5H_2O$ mit $FeSO_4 . 5H_2O$ bis zu 5 % des letzteren.

Also dürfte die an den natürlichen Pisaniten auftretende Lücke in der Nähe der Fe-Komponente vielleicht nur eine rein zufällige sein.

Die Zahlenwerte, die RETGERS angibt, sind die folgenden:

Gewichtsprozente	
$CuSO_4 + 7H_2O$	$FeSO_4 + 7H_2O$
0	100
2,57	97,43
3,24	96,76
5,86	94,14
6,24	93,76
7,58	92,42
8,83	91,17

$CuSO_4 + 7H_2O$	$FeSO_4 + 7H_2O$
10,78	89,22
12,11	87,89
14,51	85,49
15,30	84,70
15,76	84,24
18,93	81,07
22,47	77,53
24,08	75,92
24,32	75,68
27,82	72,18
31,49	68,51
34,81	65,19
39,63	60,37
40,23	59,77
42,95	57,05
43,90	56,10
44,36	55,64
47,94	52,06
48,04	51,96
48,76	51,24
53,17	46,83
Grenzwert.	

Ich habe zum Vergleiche nicht die auf Komponenten umgerechneten Analysen der Pisanitvorkommen gebracht, weil sich bei dieser Umrechnung, wie bereits erwähnt, gezeigt hat, daß kleine Unstimmigkeiten im Wassergehalte bei den Analysen vorliegen, daß aber auch, abgesehen davon, bei der Komponentenberechnung fast niemals die Summe 100 herauskommt. Ob dieser Umstand auf Analysenfehler zurückzuführen ist, oder in der Zusammensetzung der Sulfate selbst gelegen ist, wage ich nicht zu entscheiden, halte aber das erstere als wahrscheinlicher. Ich verzichtete daher auf eine derartige Umrechnung der Analysen. Was im folgenden gezeigt werden soll, geht auch aus den bereits mitgeteilten Zahlen hervor. Diese von Retgers bei den künstlich dargestellten Mischkristallen erhaltene Lücke zwischen der an Kupfer reichsten Mischung, die 53,17 $CuSO_4 . 7H_2O$ enthielt, und der $CuSO_4$-Komponente stimmt mit der aus den Pisanitanalysen hervorgehenden Lücke nicht überein. Der letzten von Retgers dargestellten Mischung von 53,17 $CuSO_4 . 7H_2O$ und 46,83 $FeSO_4 . 7H_2O$ entsprechen 15% CuO und 12,4% FeO. Die in der Tabelle auf p. 326 unter 8 bis 12 angeführten Analysen fallen in diese Lücke. Zur Zeit, als Retgers seine Untersuchungen ausführte, war nur die Analyse No. 9 bekannt, die Pisani's — der Urpisanit —, einem nicht näher angegebenen Fundort der Türkei entstammend. J. W. Retgers fiel diese Abweichung

natürlich auf. Er führte sie auf eine schlechte Beschaffenheit des PISANI'schen Analysenmaterials zurück und dachte an inhomogenes Material. Dazu konnte er sich vollkommen berechtigt fühlen. Die ungenaue Fundortangabe erhöhte sicher diesen Verdacht. Daß der Pisanit kein Doppelsalz ist, wie PISANI es auf Grund seiner einzigen Analyse, die zufällig dem Verhältnisse $3\,CuSO_4 . 7H_2O : 2\,FeSO_4 . 7H_2O$ nahekam, annahm, hielt schon RETGERS für unwahrscheinlich, und die Folgezeit hat seine Annahme bestätigt. Nunmehr ist aber die Zahl der Analysen ganz bedeutend gestiegen, die innerhalb diese Lücke fällt. Und namentlich kann man von einer Analyse, die ein so bewährter Analytiker wie SCHALLER ausführte, nicht annehmen, daß das Analysenmaterial nicht auf das sorgfältigste geprüft worden wäre.

Worin nun dieser Gegensatz zwischen natürlichem Vorkommen und synthetischem Produkt liegt, läßt sich zur Zeit nicht ergründen. Möglicherweise liegt der Grund in den verschiedenen Bildungsbedingungen. Den künstlichen Boothit, also das Kupfersulfat mit 7 Mol. Wasser, erhält man nach LECOQ DES BOISBAUDRAN (l. c.) nur, indem man in eine übersättigte Kupfersulfatlösung ein Kriställchen von Eisenvitriol einbringt. Und auch da bildet es sich nur in ganz unregelmäßigen Körnchen, so daß die Zugehörigkeit zum monoklinen System erst nach der Entdeckung des natürlichen Vorkommens — W. T. SCHALLER's Boothit — mit voller Sicherheit erkannt werden konnte.

Es ist nun nicht ganz unwahrscheinlich, daß auch Pisanite mit größerem Kupfergehalte, als dem Grenzwerte von RETGERS entspricht, aus Kupfersulfatlösungen bei Gegenwart von Eisensulfat sich bilden.

Über die Genesis des Boothits selbst wird nichts Näheres mitgeteilt und es wird sich aus seinem Auftreten auch nicht weiter auf die Art seiner Bildung schließen lassen. Der Boothit kommt in Leona Heigths zusammen mit Eisensulfat vor, und es ist daher durchaus im Bereiche der Möglichkeit, daß Beziehungen zwischen den synthetischen Versuchen von LECOQ DES BOISBAUDRAN und dem natürlichen Vorkommen des Boothits bestehen.

Die Bedingungen zur Bildung derartiger Mischsalze in der Natur sind auf allen sulfidischen Lagerstätten, die Eisen- und Kupfererze führen, gegeben, ihre Bestandteile führen ja die Grubenwässer. Da aber diese Sulfate sich schon an der Luft zersetzen, so sind derartige Bildungen wohl meist von kurzer Lebensdauer; dies wird wohl auch hauptsächlich ein Grund sein, warum Pisanitvorkommen verhältnismäßig so selten beschrieben worden sind.

Aber auch eine gewisse praktische Bedeutung für den Bergmann kann das Auftreten von Pisanit besitzen. Unser wichtigster und vor allem häufigster Kupferträger ist ja der Pyrit, und Pyrite, die auch nur einen verhältnismäßig geringen Kupfergehalt besitzen,

kommen als abbauwürdig in Betracht. Es wird nun das Auftreten der blauen Pisanitkristalle darauf aufmerksam machen, daß der Pyrit Kupfer enthält, d. h. daß ein Kupfersulfid gemeinsam mit dem Pyrit (oder Magnetkies) vorhanden ist. Das Auftreten von Pisanit wird anzeigen, daß die betreffende Lagerstätte zur Kupfergewinnung überhaupt in Betracht kommen kann.

Die Farbe und die Dichte der Pisanite. Bei vielen analysierten Pisaniten — und nur solche können hier in Betracht kommen — fehlt die Angabe der Färbung des Materiales. Ich finde die folgenden Angaben:

Der Pisanit vom Lading mit 8,21 CuO ist grün; anal. von mir.
Derselbe aber mit 11,67 CuO ist hellblau wie Kupfervitriol.
Pisanit von Bingham mit 12,61 CuO ist hell-himmelblau; anal. von Hillebrand.
Der türkische Pisanit mit 15,36 CuO ist blau wie das gewöhnliche Kupfervitriol; anal. von Pisani.
Der Pisanit von Salvador mit 17,64 CuO ist bläulich grün; anal. von Herz.
Der vom selben Fundort mit 18,81 CuO ist blau; anal. wie der vorige.
Der Boothit ist blau, der Melanterit grün.

Die Angabe der Farbennuance ist sehr abhängig von subjektivem Farbenempfinden, auf dessen große Verschiedenheit nicht genug hingewiesen werden kann; bei den obigen Angaben handelt es sich aber doch um viel weitgehendere Verschiedenheiten, die durch derartige Unsicherheiten in der Angabe der Farbe nicht erklärt werden können. Pisanit mit CuO von 11% bis ca. 16% soll blau sein, einer mit $17\frac{1}{2}$ jedoch soll grün gefärbt sein, während einer mit fast 19 wieder blau ist. Dies ließe sich nur auf zwei Arten erklären. Entweder daß der CuO-Gehalt von 18,81% einem Doppelsalze angehört, das ungefähr der Formel $FeCu_2(SO_4)_3 . 21H_2O$ entspricht, oder daß die Analyse nicht richtig ist. Der Analytiker W. Herz scheint auch der ersteren Ansicht gewesen zu sein, denn er gab seinem Sulfat einen neuen Namen und nannte es Salvadorit. Hier kann eine Neuanalyse des Sulfates von der Grube Salvador Klarheit schaffen. Am wahrscheinlichsten halte ich eine unrichtige Angabe der Farbe.

Leider macht auch Retgers über die von ihm künstlich dargestellten Pisanite keine näheren Angaben über die Farbe der einzelnen Mischungen. Er sagt nur, daß sich die monoklinen Mischkristalle mit $7H_2O$ durch ihre viel blässer grünlichblaue Färbung von den triklinen rein- und dunkelblauen Mischkristallen der Pentahydrate (die aber nur bis 5,12% $FeSO_4 . 5H_2O$ enthalten) unterscheiden.

Das spezifische Gewicht des Pisanites scheint an analysiertem Material selten bestimmt worden zu sein.

Für reinen Boothit gibt SCHALLER 2,1 an,
„ 15,52 CuO ist die Dichte nach SCHALLER 1,8—1,9,
„ 11,67 CuO nach meinen Bestimmungen 1,950,
„ 8,21 CuO nach meiner Bestimmung 1,941.

Für Melanterit, also reines Ferrosulfat-Heptahydrat kommen nur Bestimmungen in Betracht, die noch andere Metalle enthalten, so z. B. wurde vom Melanterit von Idria von V. v. ZEPHAROVICH[1] 1,79 angegeben; dieses Sulfat enthält aber nach der analytischen Untersuchung noch 4,60 MgO. Genauer ist daher 1,899, die Angabe von RETGERS[2] am künstlichen Salze. Wenn man danach, also nach den Zahlen von RETGERS und SCHALLER, an den beiden Komponenten die Dichte des blauen Pisanites vom Lading, der aus 45% Kupfersulfat und 55% Eisensulfat besteht, rechnet, so erhält man für dessen spezifisches Gewicht 1,990, während ich 1,941 bestimmte.

Legt man dagegen meine Bestimmung am blauen Ladinger Pisanit zugrunde, so erhält man aus 1,899 für das reine Eisensulfat (nach RETGERS) und aus 1,950 für eine Mischung von 45 Cu-Sulfat und 55 Fe-Sulfat 2,010 für das reine Kupfersulfat.

Aus diesem Werte von 2,010 für das reine Cu-Sulfat und der RETGERS'schen Bestimmung von 1,899 für das Eisensulfat würde man dann für die Mischung von 69 Fe-Sulfat und 31 Cu-Sulfat 1,932 errechnen, während ich durch Bestimmung mittelst Methylenjodid-Benzol 1,941 fand.

Umgekehrt rechnet man aus der letztgenannten Mischung von 69 Fe-Sulfat und 31 Cu-Sulfat, für die ich 1,941 durch Bestimmung fand, und aus dem von RETGERS experimentell ermittelten Werte für das Eisensulfat (1,899) das spezifische Gewicht für das Cu-Sulfat, so erhält man 2,035. Daraus und aus der RETGERS'schen Zahl die Mischung von 45 Cu-Sulfat und 55 Fe-Sulfat berechnet ergibt sich 1,960, während ich durch Bestimmung 1,950 fand.

Da diese Werte bessere Übereinstimmung zeigen, so wird der für den Boothit errechnete Wert genauer sein, als der von SCHALLER ermittelte.

Nimmt man das Mittel aus den beiden so errechneten Werten, so bekommt man für $CuSO_4 . 7H_2O$ das spezifische Gewicht von 2,02.

Mineralogisches Institut der Universität Wien.

---

[1] V. v. ZEPHAROVICH, Zeitschr. f. Krist. etc. 1880. **4**. 106.

[2] J. W. RETGERS, Zeitschr. f. physik. Chemie. 1889. **3**. 289. Zeitschr. f. Krist. 1891. **19**. 623.

Über Dinosaurier.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Mit 11 Textfiguren.

2. Die Riesenformen unter den Dinosauriern.

Keine einzige Eigenschaft der Dinosaurier hat seit der Zeit ihrer Entdeckung mehr die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt als deren Größe. Unbefriedigende Erklärungsversuche sind mehrfach gegeben worden; meist leiden diese Erklärungsversuche, wie z. B. bei Branca's Fall (65), daran, daß die betreffenden Erklärer der Physiologie fernestehen. Es war selbstverständlich, daß sich beim Studium der außergewöhnlichen Körpergröße der Dinosaurier die Aufmerksamkeit auch auf das sonstige Vorkommen außergewöhnlich großer Körper im Tierreiche richten mußte, und dies führte dann naturgemäß zum Studium des Riesenwuchses beim Menschen. Die Daten über Riesenwuchs und Ähnliches beim Menschen sind zusammen mit der ausgedehnten Literatur über dieses Thema in letzterer Zeit mehrfach, so von Biedel (18) und Falta (25) und früher schon von Sternberg (56) zusammengestellt worden; leider konnte jedoch von der Literatur nur ein Bruchteil, allerdings der wesentlichste, verwendet werden.

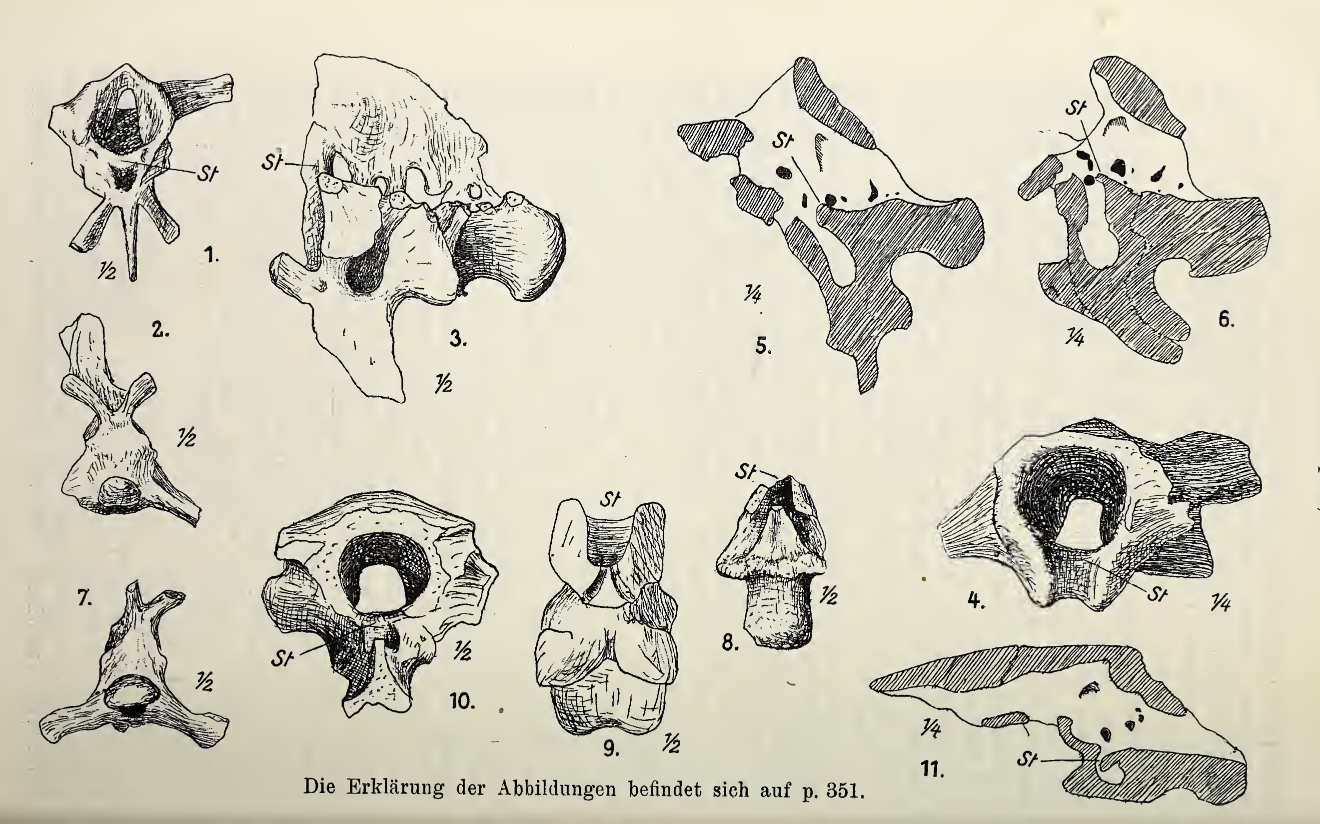
Beim Menschen kann man verschiedene Ursachen des Riesenwuchses unterscheiden. Jene abnormen Knochen- resp. Körpervergrößerungen, die mit ausgesprochener Mißbildung oder Verkrümmung der Knochen einhergehen oder als Folge von Syphilis auftreten u. dgl. (28, 55), können wir außer acht lassen, wir brauchen uns daher nur um jenen regelmäßigen Riesenwuchs zu kümmern, bei dem die Funktion der mechanische Arbeit verrichtenden Körperteile nicht gestört wird. Vor allem läßt sich besonderer Hochwuchs bis 200 cm als Folge einer vor der Pubertät vorgenommenen Kastration erkennen (15, 19, 53). Dieser abnorme Wuchs kommt durch Längenwachstum der langen Röhrenknochen zustande, deren Epiphysenfugen eine abnormal lange Zeit offen bleiben (53). Auch am Schädel verzögert sich der Verschluß der Nähte, bei Menschen und Tieren wächst auch die Hypophyse (26, 27, 59), ein auffallendes Größerwerden des Schädels ist aber nicht bemerkbar (15), im Gegenteil, er scheint klein zu bleiben. Das ganze Skelett bleibt schlank und grazil (15, 24). Die langen Röhrenknochen sind zart, alle Muskelansätze, sowie die Muskulatur des ganzen Körpers sind wenig entwickelt. Der Rumpf ist wenig entwickelt und es bleibt der Körper teilweise (z. B. in bezug auf Becken, Kehle und Behaarung) auf einer infantilen Stufe. In der weiteren Umgebung der Geschlechtsteile und bei den Mammae, dann noch seitlich an den oberen Augenlidern sind in der Regel

abnorme Fettansammlungen bemerkbar (59, 60). Bei verschiedenen Säugetieren werden infolge frühzeitig vorgenommener Kastration die Extremitätenknochen nicht nur relativ länger, sondern auch relativ schwerer (19), die Rumpfknochen und z. T. auch die Schädelknochen leichter.

Ganz ähnliche, nur weniger markante Symptome wie bei Frühkastraten finden wir beim angeborenen oder ohne Kastration erworbenen Eunuchoidismus (60), der ja, wie schon der Name besagt, stets mit einer Inferiorität der Geschlechtsdrüsen einhergeht resp. von ihr abhängt. Namentlich ist, was uns am meisten interessiert, auch hier ein langdauerndes Offenbleiben der Epiphysen der langen Röhrenknochen konstatierbar. Wegen der Ähnlichkeit des Eunuchoidismus mit dem Kastratentum kann dieser Hinweis genügen und wir können daher weitere Arten der abnormen menschlichen Körpervergrößerung besprechen.

Eine dieser Arten der Körpervergrößerung scheint sich im Gegensatze zum Kastratentum mehr oder weniger unabhängig von den Geschlechtsdrüsen zu entwickeln. Es ist dies jene Art der Körpervergrößerung, die man als Akromegalie bezeichnet. Ob zwar durch die Akromegalie häufig kein direkter Riesenwuchs der Körperknochen erzielt wird, ist deren Besprechung für das Verständnis des eigentlichen normalen Riesenwuchses beim Menschen doch sehr nötig. Manchmal ist vor dem Auftreten der Akromegaliesymptome eine Wachstumsteigerung bemerkbar. Die Akromegalie äußert sich zunächst in einem Anschwellen der Weichteile der Nase, der Lippe, der Zunge, des Unterkiefers, namentlich aber der Hände und Füße, dann geht mit diesem Anschwellen eine Veränderung der Hand- und Fußknochen einher, wobei zuweilen, und zwar vorwiegend an Rumpf und Schädel, Osteophytenbildung (35) eintritt, die Oberfläche der Knochen wird rauh, die Gefäßfurchen werden vertieft (56), die Muskelansätze stark vergrößert (56), an den Enden der Metatarsal-, Metacarpal- und Phalangen-Knochen machen sich Verdickungen bemerkbar, die Finger und Zehen rücken daher auseinander und die Hände und Füße bekommen ein tatzenartiges Aussehen (18). Am Schädel werden die pneumatischen Räume vergrößert (16), der Jochbogen wird verdickt, der Unterkiefer wird stark vergrößert (16) und die Zähne rücken in extremen Fällen auseinander. Mit diesen Symptomen geht das Zunehmen einer abnorm starken Behaarung einher (25). Die generativen Funktionen werden erst beim Fortschreiten der Krankheit vermindert (21, 37, 39).

Die Ursache der Akromegalie ist stets in einer (durch ein Adenom bewirkten [31]) temporären Hyperfunktion der Hypophyse gelegen (29); die Hypophysengrube ist dementsprechend stets vergrößert (39) und vertieft und der Boden der Sattelgrube verdünnt. Da die Akromegalie meist erst zwischen



Die Erklärung der Abbildungen befindet sich auf p. 351.

dem 20. und 40. Lebensjahr, also nach Verschluß der Epiphysenfugen der Röhrenknochen auftritt, wird durch sie das Größenwachstum der betroffenen Individuen nicht beeinflußt.

Durch operatives Entfernen von Hypophysenpartien sind bei dieser Krankheit Heilerfolge erzielt worden (**50**, **51**, **57**). Wichtig scheint, daß Fälle von hereditärer Akromegalie bekannt wurden (**17**, **30**).

Nun gehen wir auf den eigentlichen Riesenwuchs, den Gigantismus über; diese Art der abnormen, durch jugendliches Wachstum hervorgerufenen Körpervergrößerung des Menschen charakterisiert sich dadurch, daß bei ihr anfänglich die Körperproportionen gar nicht gestört werden. Biedl faßt diesen Riesenwuchs, den er, anderen Verfassern folgend, den infantilen Gigantismus nennt (**18**), als Akromegalie jener Individuen auf, deren Epiphysenknorpel nicht verknöchert sind (**20**), weshalb dann nicht nur ein Dickerwerden, sondern auch Längenwachstum der Knochen eintritt, und er meint, jeder infantile Riese wird, wenn er so lange lebt, bis seine Epiphysen verknöchern, akromegal werden (**18**, **20**), was ja häufig eintritt.

Falta (**25**) vergleicht den infantilen Riesenwuchs, da bei Riesen die generativen Funktionen häufig vermindert sind, mit dem eunuchoiden; er meint, am infantilen Riesenwuchs seien außer der Hypophyse auch andere Blutdrüsen beteiligt. Der infantile Riesenwuchs betrifft nach Biedl in erster Linie die Extremitäten (**18**), namentlich die hinteren, der Rumpf ist bei der Größenzunahme nur in geringem Maße beteiligt, der Hirnschädel erscheint oft im Vergleiche zum ganzen Körper geradezu klein (**42**). Die Knorpel an den Epiphysen-Diaphysengrenzen persistieren (**20**) und es zeigt sich überhaupt mangelhafte Verknöcherung der Nähte, daher das exzessive Wachstum. Die relative Stärke der Knochen ist normal. Zu diesen Symptomen treten bei zunehmendem Alter häufig die für Akromegalie charakteristischen Veränderungen der Knochen. Die Hypophyse der Riesen ist fast immer vergrößert (**18**, **21**, **42**).

Die allgemeine Widerstandskraft des Körpers der Riesen ist eine geringe, meist folgt auf die rapide Entwicklung ein ebenso rapider Verfall der Kräfte (**39**, **43**). Die geringe Widerstandsfähigkeit des Organismus der Riesen manifestiert sich darin, daß sie zumeist in relativ jugendlichem Alter (20—22 Jahren) akzidentellen Erkrankungen erliegen. Riesen erreichen daher nur selten ein höheres Alter (**39**). Eine besondere Fettablagerung ist beim Gigantismus nicht bemerkbar.

Abgesehen von infantilen Riesen mit verminderten geschlechtlichen Funktionen sind, allerdings selten, auch Riesen mit normalem Geschlechtsleben bekannt geworden (**21**, **37**). Es scheint daher, als ob oft bei einem und demselben Individuum eunuchoider Riesenwuchs mit akromegalem Hand in Hand einhergehen würde.

Betreffs der weiteren Details beim Riesenwuchs sei auf die angeführte Literatur gewiesen. Fischer's Arbeit (**29**) gibt in bestechender Weise über die bei dem Eunuchentum auftretende Fettsucht, ferner darüber Aufschluß, welche Rolle der hintere Teil der Hypophyse bei dem mit Riesenwuchs und Akromegalie einhergehenden Erlöschen der Geschlechtsfunktionen zu spielen scheint[1]. An dieser Stelle interessiert uns weniger das Geschlechtsleben der an Hyperpituitarismus leidenden Individuen als deren Knochenbau.

Da der abnorme Wuchs der Kastraten bei der Beurteilung des Riesenwuchses der Dinosaurier naturgemäß nicht in Betracht kommt und dasselbe wohl auch für die rein eunuchoide Körpervergrößerung zutrifft, brauchen wir uns um den Riesenwuchs dieses Typuses im folgenden weiter nicht zu kümmern, wir konzentrieren daher unsere Aufmerksamkeit auf jene Formen des Riesenwuchses, die mit der Vergrößerung der vorderen drüsigen Hypophysenpartie begleitet werden, respektive von ihr ausgehen.

Der bei Akromegalen und Giganten in Betracht kommende drüsige Teil des Hypophysebläschens entwickelt sich bei Säugetieren und Reptilien in der Ontogenie gleichartig aus einer hirnwärts gerichteten Aussackung der primitiven Mundhöhle, die sich infolge der Ausbildung der korpeligen Schädelbasis von der Mundhöhle abschnürt. Details über die Hypophysenentwicklung scheinen an dieser Stelle nicht nötig, ich weise auf Woerdeman's Arbeit, die auch die diesbezügliche Literatur anführt (**63**).

Der Weg, welchen die Hypophyse während ihrer Enwicklung zurückgelegt hat, wird beim Menschen in gewissen Ausnahmsfällen, z. B. bei Fällen von Akromegalie, durch einen den Keilbeinkörper durchsetzenden knöchernen Kanal, den Canalis craniopharyngeus bezeichnet (**46**, **54**). Der Grad der Entwicklung dieses Kanals ist bei den verschiedenen Säugetieren verschieden (**45**). Beim Menschen sind in dieser Zone häufig vom Rachendach bis zur Hypophyse selbst emporreichende Stücke von Hypophysengewebe konstatierbar, ja in einem Falle von Akromegalie ist ein Tumor so eines Geweberestes bei sonst normaler Hypophyse der Ausgangspunkt der Akromegalie geworden (**18**). Wir erkennen aus dieser Schilderung die Wichtigkeit der gegen den Rachen ziehenden menschlichen Hypophyse und wollen nun deshalb dieses Organ auch bei den Dinosauriern betrachten.

---

[1] Adenome des drüsigen Hypophysenteiles bewirken Akromegalie; mechanischer, durch einen beliebigen Hirntumor ausgeübter Druck auf den rückwärtigen nervösen Teil der Hypophyse jedoch Dystrophia adiposogenitalis, d. h. mit Fettsucht einhergehendes Schwinden der Geschlechtsfunktion. Während der Schwangerschaft sind bisweilen akromegaloide Symptome bemerkbar, die später wieder verschwinden.

Obzwar wir nichts darüber wissen, wie weit die Glandula pituitaria bei diesen Tieren die Fossa pituitaria füllte, müssen wir uns von der Annahme leiten lassen, daß eine große Fossa pituitaria auf eine große Glandula pituitaria hinweist.

Eine genaue Angabe des Raumgehaltes der Hypophyse im Verhältnis zum Raumgehalt des Hirnes ist leider noch bei keinem einzigen Dinosaurier möglich, den folgenden Angaben fehlt daher die mathematische Präzisität, doch läßt sich die Tatsache, ob eine Hypophyse im Verhältnisse zum Hirn groß oder klein sei, auch mit dem Auge schätzen. Namentlich gibt die größere oder geringere Breite der Sella turcica eine gute Handhabe bei der Beurteilung dieser Frage.

Raummangel nötigt, die Schilderung der Hypophyse der einzelnen Dinosaurier, die wir mit jener der bis in die Trias zurückreichenden Saurischia einleiten wollen, möglichst kurz zu fassen.

I. **Saurischia.** Wir beginnen mit den Theropoden.

1. *Thecodontosaurus.* Zeichnungen und Photographien der Schädelbasis dieses Tieres sind von Huene (77, 78) mehrfach publiziert worden. Die Schädelbasis ist gegen das Parasphenoid hin stark verschmälert, die Hypophyse ist dementsprechend schmal, sie reicht nicht sehr tief und auf ihre geringe Breitenentwicklung weist bei der Basalansicht des Schädels schon die dreieckige gegen die Hypophysenregion spitz zulaufende Form der Schädelbasis. Da die Fig. 1 die Größe der Hypophyse klar zeigt, ist eine weitere Erörterung nicht nötig.

2. *Plataeosaurus.* Ein anderer Triasdinosaurier, dessen Hypophyse uns bekannt ist, ist *Plataeosaurus* (77). Im Gegensatze zu *Thecodontosaurus* hat hier die Schädelbasis zwischen Condylus und Parasphenoid fast rechteckigen Umriß. In der Lateralansicht (Fig. 3) sieht man, wie sich der hintere Teil der Hypophyse ziemlich tief in den Körper des Keilbeines hinabsenkt. Die Tiefe der Hypophyse entspricht ungefähr der halben Länge der Hirnbasis von der Sella turcica bis zum Foramen magnum. In der Vorderansicht zeigt sich, daß die Sella turcica bei *Plataeosaurus* breit ist, die Hypophysengrube war daher allem Gesagten zufolge groß und geräumig.

3. *Streptospondylus.* Als ich in 1902 *Streptospondylus* in aller Eile untersuchte [1], da fand ich, daß auch hier die Schädelbasis rechteckig und die Sella turcica breit sei, ein besonderes Herabsenken der Hypophyse in den Keilbeinkörper war aber nicht bemerkbar. Schon damals betonte ich, daß eine Ähnlichkeit zwischen dem Bau der Hypophyse dieses Tieres und jenem der Hypophyse des noch zu besprechenden *Orthomerus* existiere.

---

[1] Dies erklärt das Unterlaufen der von Huene (77) betonten Fehler.

4. *Megalosaurus*- Unter dem Namen *Megalosaurus* hat Huene (76) einen Schädelrest beschrieben, der durch eine große, tiefe, breite Hypophyse charakterisiert ist. Sie zeigt breiten rechteckigen Hintergrund und ist im Verhältnisse zum Hirnraum ganz bedeutend entwickelt. Leider ist zwar die untere Begrenzung dieser Grube nicht vorhanden, da aber auch so ein Vergleich mit *Thecodontosaurus* lehrreich scheint, ist eine Reproduktion dieses Restes in Fig. 4 gegeben.

5. *Tyrannosaurus*. Der einzige cretacische Vertreter der Theropoden, über dessen Hypophyse einiges bekannt wurde, ist *Tyrannosaurus*, und zwar sind die diesbezüglichen spärlichen Daten in Osborn's reich illustrierter Arbeit (86) enthalten. Interessanterweise fehlt bei *Tyrannosaurus* eine vordere knöcherne Umgrenzung des Pituitariums. In der Unteransicht erinnert die Basis cranii von *Tyrannosaurus* stark an jene von *Plataeosaurus*, nur senken sich die Tubera basipterygoidea viel stärker abwärts. Osborn hat auf die große Ähnlichkeit der Schädelbasis von *Tyrannosaurus* mit jener von *Diplodocus* gewiesen.

Da ein Abwärtssenken der basipterygoiden Apophysen, wie wir später sehen werden, in der Regel mit einer Senkung der Hypophyse zusammenfällt, können wir annehmen, daß sich beim cretacischen *Tyrannosaurus* die Hypophyse gleichfalls tiefer hinabsenkte als beim triadischen *Plataeosaurus*.. Ob ein offener Canalis craniopharyngeus persistierte, muß dahingestellt bleiben. Möglicherweise war die Hypophyse ebenso groß wie bei den noch zu besprechenden Sauropoden und vielleicht ist die mangelnde Verknöcherung der Hypophysenbasis mit ihrer starken Entwicklung und mit ihrem Hinabsinken in Zusammenhang zu bringen.

6. Sauropoda. Da nur wenig über den Schädelbau der hochspezialisierten und nichts über jenen der primitiven Vertreter dieser Unterordnung bekannt ist, ist es hinreichend, die Hypophyse aller Sauropoden summarisch zu besprechen. Mit Ansichten von Längsschnitten sauropoder Schädel sind wir hinlänglich versehen; solche sind von Huene (79) und Osborn (86) publiziert worden. Was bei beiden bisher bekannten Längsschnitten sauropoder Schädel ohne weiteres auffällt, ist die Größe des Pituitarium. Die Tiefe des Pituitarium erreicht in beiden Fällen fast dieselbe Dimension wie die Länge der Medula oblonga von der Sella turcica bis zum Foramen magnum, ja bei Atlantosauriden steht das Pituitarium durch das Keilbein hindurch mit der Rachenhöhle in Verbindung (80). Ein enger Canalis craniopharyngeus wird auch bei den Morosauriden angeführt[1]. Um die ungeheure Entwicklung und die taschen-

[1] Die ähnliche Bildungen behandelnden Arbeiten von Dollo (bei Mosasauriern) und Andrews (bei Ichthyosauriern) u. a. fallen außerhalb des Rahmens dieser Notizen.

artige Aushöhlung des Pituitariums dieser Tiere, namentlich des *Camarasaurus*, klar zu demonstrieren, halte ich es für angezeigt, die diesbezüglichen Abbildungen Huene's (Fig. 6) und Osborn's (Fig. 5) vereinfacht zu reproduzieren: dies sagt mehr als eine ausführliche Beschreibung.

II. **Orthopoda.** Nach der Besprechung der Saurischia gehen wir nun auf die Orthopoden über. Wir beginnen mit den Ornithopoden. Schädel triadischer Ornithopoda sind leider noch immer ein Desideratum. Erst aus dem Wealden ist ein primitiv gebauter ornithopoder Dinosaurier, nämlich *Hypsilophodon*, bekannt, über dessen Hypophysenbau wir einiges erschließen können.

7. *Hypsilophodon.* Die Größe der Hypophyse dieses für die Wealdenformation als Relikt zu bezeichnenden Tieres läßt sich aus der Struktur seiner Schädelbasis erkennen. Diese ist, worauf ich schon in 1905 aufmerksam machte (83) und wie dies auch aus einem Vergleiche von Fig. 2 und Fig. 7 hervorgeht, völlig nach dem Typus *Thecodontosaurus* gebaut, und da sich bei *Hypsilophodon* auch der Körper des Basisphenoids bei den basipterygoiden Apophysen nicht verdickt, können wir kaum ein tieferes Pituitarium erwarten: wir sind genötigt, eine ähnliche Hypophyse anzunehmen wie bei *Thecodontosaurus.*

8. *Rhabdodon.* Hinlänglich sind wir über das Pituitarium bei *Rhabdodon* und dem nahe verwandten *Camptosaurus* unterrichtet. Die Hypophyse von *Rhabdodon* (82) und *Camptosaurus* (69) ist schmal und klein, die Sella turcica ist gleichfalls schmal, die Hypophyse senkt sich nur wenig in den Knochen. Wie schon 1905 erwähnt wurde, erinnert die Hypophyse, wie überhaupt das ganze Basioccipitale und das Basisphenoidale dieser Tiere stark an die nämlichen Knochen der Parasuchier [1], wogegen die Pseudosuchier eher an den *Thecodontosaurus-Hypsilophodon*-Typus gemahnen.

Die Ansicht eines Pituitariums so eines *Rhabdodon*-Schädels ist in Fig. 8 gegeben, man konstatiert leicht, daß es kleiner war als bei *Plataeosaurus.*

9. *Iguanodon. Iguanodon* unterscheidet sich von *Rhabdodon* in einer beträchtlichen Anzahl von Punkten. Die Schädelbasis ist vorne breiter, die Hypophyse geräumiger und senkt sich tiefer in das Basisphenoid als in der vorhergehenden Form. Die Abbildung von Andrews (64) zeigt die Verhältnisse mit wünschenswerter

---

[1] Was ich l. c. *Gresslyosaurus* nannte, entpuppte sich später als mit *Gresslyosaurus* zusammen gefundener Schädelrest eines Belodontiden; der damals *Zanclodon* genannte Rest ist jener, der später von Huene als *Plataeosaurus* beschrieben und als solcher in den vorhergehenden Zeilen besprochen wurde. Weshalb er 1905 noch *Zanclodon* genannt wurde, ist aus Huene's Arbeit über die Nomenklatur der triadischen Theropoden zu entnehmen (dies. Centralbl. 1905).

Klarheit. Im Text erwähnt ANDREWS, daß die Hypophyse auffallend groß sei.

10. *Orthomerus*. Stärker als bei *Iguanodon* ist die Hypophyse bei *Orthomerus* entwickelt (**82**). Die Schädelbasis ist bei den basipterygoiden Apophysen fast gleich breit wie zwischen dem Condylus und den Tubera basioccipitalia, die Sella turcica ist dementsprechend breit, die Hypophyse liegt in einer geräumigen kubischen Höhle.

Es fällt nicht schwer, die Ähnlichkeit zwischen diesem in Fig. 9 abgebildeten Hypophysentypus und jenem von *Plataeosaurus* (Fig. 3) zu entdecken.

11. Thyreophora. Trotz der zahlreichen Genusnamen fehlt uns in dieser Unterordnung dennoch das Material, um die kontinuierliche Entwicklung der Hypophyse innerhalb der einzelnen Familien, nämlich Stegosaurididae, Acanthopholididae und Ceratopsididae auch nur annähernd zu vergleichen.

Bei den Acanthopholididae verjüngt sich, wie *Struthiosaurus* (Fig. 10) zeigt (**87**), das Basisphenoid gegen vorne, die Sella turcica ist klein, auch senkt sich das Pituitarium nur unbedeutend in den Knochen. Durch seine beiden, erst bei den Ceratopsiden wieder bemerkbaren Röhren oberhalb des eigentlichen Schädeldaches zeigt sich der Schädel von *Ankylosaurus* von jenem von *Struthiosaurus* fundamental verschieden, über seine Hypophyse ist aber bisher nichts bekannt geworden. Bei *Stegosaurus* (Fig. 11) ist das vordere Ende des Basisphenoids breit, aber die Hypophyse nicht übergroß oder geräumig (**70**), bei *Anchiceratops*, der eine Zwischenstellung zwischen *Monoclonius* und *Triceratops* einnimmt, ist die Hypophyse, wie die Abbildung BROWN's im Bull. Amer. Mus. Nat. hist. von 1914 zeigt, gut entwickelt, aber nicht besonders stark in den Knochen eingesenkt. Nach den Abbildungen zu schließen, scheint dieses Organ hier ungefähr die nämliche Größe zu haben wie in *Stegosaurus*. Bei *Triceratops* ist die Hypophyse, wie aus HATCHER's Monographie (**71**) und anderen Arbeiten hervorgeht, ungefähr gleich stark entwickelt. Sonst ist über die Ausbildung der Hypophyse bei den Dinosauriern nichts bekannt geworden.

Bekanntermaßen sind die Sauropoda die größten Formen unter den Dinosauriern, und da sie nun, wie wir gesehen haben, auch die größten Hypophysen haben, verlohnt es sich, die Körpergröße der übrigen bisher erwähnten Dinosaurier mit deren Hypophysengröße zu vergleichen.

Wir beginnen wieder mit den Theropoden. *Thecodontosaurus* ist, wie wir durch HUENE's Arbeiten wissen, viel kleiner, dabei schlanker und zarter gebaut als *Plataeosaurus*; der möglicherweise ausgewachsene Pariser *Streptospondylus* war kleiner als *Megalosaurus*, allerdings auch kleiner als die großen Plataeosauriden, *Tyrannosaurus* war OSBORN's Angaben zufolge noch größer als *Megalosaurus*.

Die ungeheuere Körpergröße von *Diplodocus* und *Camarasaurus* braucht kaum noch einmal hervorgehoben zu werden. Da *Thecodontosaurus* am Anfange der über die Plataeosauriden zu den Sauropoden führenden Entwicklungsreihe liegt (**79**), ist ein direkter Vergleich dieser drei Formen ebenso gestattet wie jener von *Streptospondylus* und *Megalosaurus*. Es zeigt sich also, daß bei den Saurischiern im gleichen Phylum in drei Fällen mit einer Zunahme der Körpergröße und der Verdickung der Knochen eine Zunahme der Hypophyse, nicht aber eine Vergrößerung des Schädels oder Hirnes Hand in Hand geht.

Nun gehen wir, da die Orthopoden und die Saurischier sehr viele gemeinsame Merkmale haben, weshalb wir sie ja eben als Dinosaurier zusammenfassen und da man daher auch in bezug auf die Hypophyse eine Übereinstimmung erwarten kann, auf die Orthopoden über.

Wegen Mangel an Vergleichsmaterial ist bei den Thyreophora das Aufstellen einer Korrelation zwischen Hypophyse und Körpergröße noch nicht recht möglich; auf die Tatsache nämlich, daß in dieser Unterordnung der kleine *Struthiosaurus* möglicherweise eine etwas kleinere Hypophyse hat als die großen Formen anderer Familien, darf man kein allzu großes Gewicht legen. Besser steht die Sache bei den Ornithopoda. Hier müssen wir die Familie Kalodontidae Nopcsa und Trachodontidae trennen. *Hypsilophodon* mit seiner flachen, vorne verschmälerten Schädelbasis ist der kleinste Ornithopode, *Camptosaurus* und *Rhabdodon* sind schon bedeutend größer und *Iguanodon* ist wieder größer als diese Formen. Von *Rhabdodon* und *Camptosaurus* wissen wir nun positiv, daß sie kleinere Hypophysen hatten als *Iguanodon*.

Eine Ausnahme von der auf diese Weise schon bei mehreren Dinosauriern festgestellten Regel, daß eine große Hypophyse mit großem Körperbau einhergeht, scheint *Orthomerus* zu bilden, denn die relative Größe der Hypophyse ist bei diesem Tiere bedeutender als beim amerikanischen *Camptosaurus*, die Körperdimensionen sind aber kaum um vieles größer, ja wahrscheinlich kleiner. Diese Ausnahmestellung von *Orthomerus* von der allgemeinen Regel ist indessen in diesem Falle nur scheinbar, denn erstens liegt *Orthomerus* nicht in der Entwicklungsreihe *Hypsilophodon—Camptosaurus—Iguanodon*, sondern abseits dieser in einer anderen Familie, dann ist aber die Kleinheit des Körpers von *Orthomerus* nicht nur bei ihm, sondern auch bei allen anderen obercretacischen Dinosauriern, die mit ihm zusammen gelebt haben, konstatierbar, und zwar ist sie bei allen diesen Formen offenbar erst sekundär durch insulare Isolation hervorgerufen worden (84).

Infolge aller dieser Umstände darf man *Orthomerus*, sogar wenn man seine systematische Stellung außer acht läßt, nicht mit den großen amerikanischen Camptosauriern, sondern höchstens mit dem

kleinen *Rhabdodon* vergleichen, der unter denselben ungünstigen Verhältnissen wie *Orthomerus* lebte, und da zeigt sich nun beim Vergleiche des kleinen *Orthomerus* mit dem noch kleineren *Rhabdodon* nur neuerdings die zuvor ausgesprochene Regel, denn die Zunahme der Körpergröße geht auch in diesem Falle mit Zunahme der Hypophyse Hand in Hand. Leider ist die genauere Kenntnis des Pituitariums der großen nordamerikanischen Trachodontiden noch immer ein Desideratum, so viel ist aber gewiß, daß es größer war als bei den großen nordamerikanischen Camptosaurier-Arten.

Bisher haben wir uns nur über die Größe der Skelette der einzelnen von uns besprochenen Formen gekümmert, nun müssen wir uns ihre Knochen-Struktur und den Grad der Verknöcherung ihrer ganzen Skelette in Betracht ziehen. Hier stellt sich eine größere Schwierigkeit entgegen, denn vor allem wird es oft, soferne nicht mehrere Individuen einer Art vorliegen, schwer, darüber zu entscheiden, ob eine jugendliche und daher knorpelreiche oder eine trotz ihres Knorpelreichtums adulte Form vorliegt; im allgemeinen werden wir uns daher nicht bloß nach den Knorpelkappen der Gelenkflächen, sondern auch nach der relativen Dicke und Porosität der Knochen richten müssen; außerdem gibt uns die Anzahl der Sakralwirbel freilich auch einen Anhaltspunkt zum Beurteilen des Alters mancher Tiere. Im allgemeinen fällt es bei den Dinosauriern auf, daß ihr Sternum sehr schwer verknöchert.

Bei *Thecodontosaurus* sind die Knochen schlank, die Wirbelbogen sind mit den Zentren verwachsen, doch die Nähte persistieren. Wie bei allen triadischen Theropoden sind die Gelenkflächen an den Extremitätenknochen nur schlecht ausgebildet, im Gegensatze hiezu sind aber die Nähte des Occiput gut verknöchert (77). Besondere Rauheit der Röhrenknochen ist bei den Muskelansätzen nicht bemerkbar.

Bei *Plataeosaurus* sind die Knochen bedeutend gröber, die Knorpelmassen bleiben dieselben wie bei *Thecodontosaurus,* die Muskelansätze sind relativ stärker.

Da im Oxforder *Streptospondylus* nur ein Jugendexemplar vorliegt, ist es schwer, über die adulte Form Genaueres zu sagen, immerhin läßt sich aber das feststellen, daß die Extremitätenknochen relativ leichter und die Gelenkflächen dieses Tieres besser gerundet sind als bei den triadischen Theropoden, wogegen der größere *Megalosaurus* in Wirbel und Extremitäten bedeutend gröbere Knochenstruktur und weniger markierte Gelenkflächen aufweist. Im Verhältnisse zu *Megalosaurus* ist die Oberfläche der Röhrenknochen von *Streptospondylus* glatt zu nennen.

Ganz spezielles Interesse beanspruchen die Sauropoden. Die Wirbelsäule zeigt bei dichter Knochenstruktur und glatter äußerer Knochenwand große pneumatische Hohlräume, die sich zuweilen (z. B. *Titanosaurus*) auch auf das dorsale Rippenende erstrecken,

die Extremitätenknochen sind außen dicht, innen jedoch spongiös und zeigen an ihren Gelenksenden, daß sie mit mächtigen Knorpelschichten bedeckt waren. Die Oberfläche der Knochen ist rauh, die Muskelansätze sind durch tiefe Rillen markiert. Der Unterschied, der bei den Sauropoden zwischen der Knochenstruktur des leichten Stammskelettes mit seiner glatten Knochenoberfläche und den schweren Extremitätenknochen besteht, ist schon von Matthew (81) hinlänglich betont worden. Matthew meinte, der leichte Rumpf und die schweren Füße dienten dazu, diesen Wasserbewohnern im Wasser größere Stabilität zu verleihen. Auf die Stichhaltigkeit dieser von Hay (74) angegriffenen Annahme werden wir noch zurückzukehren haben. Der Schädel der Sauropoden bleibt klein, möglicherweise ist die mittlere Fontanelle im Schädeldache von *Diplodocus* als Ossifikationsverzögerung zu deuten. Bei *Diplodocus* rücken auch die Zähne weit auseinander, und sind bloß einfache Stäbe. Entschiedene Ossifikationsverzögerung ist im Schultergürtel aller Sauropoden zu konstatieren. Verknöcherte Sterna von Sauropoden sind, obzwar diese Tiere wohlentwickelte Vorderfüße hatten, nur selten gefunden worden. Erwähnenswert scheint bei den Sauropoden auch noch die starke Verbreiterung der Metapoden und Phalangen an ihren distalen und proximalen Enden.

Weniger klar als bei den Saurischia verhalten sich die Verhältnisse bei den Orthopoden. Der einzige Ornithopode, bei dem die Verknöcherung am Skelette normalerweise dermaßen vorgeschritten ist, daß es zur Bildung eines wohlverknöcherten Sternums kommt, ist *Hypsilophodon*. Seine Röhrenknochen sind dicht, glatt und relativ dünnwandig; ihre Markräume sind groß.

Rhabdodon hatte, wie das aus den relativ weniger entwickelten Gelenkflächen erkennbar ist, schon bedeutend stärkere Knorpelmassen an den Gelenkflächen als *Hypsilophodon*, bei *Orthomerus* treten ebensolche Gelenkflächen auf wie bei *Rhabdodon*, doch ist die Markhöhle im Femur relativ kleiner als bei *Rhabdodon*.

Die konvexokonkaven Halswirbel von *Orthomerus* (84) zeigen im Gegensatze zu den schwach bikonkaven Halswirbeln von *Rhabdodon* (84), daß in diesem Falle die bessere Ausbildung der Gelenkflächen der Extremitäten bloß das Resultat einer schnelleren Lokomotion ist, die sonst schwerere Bauart der Röhrenknochen von *Orthomerus* wird durch ihre bereits erwähnte innere Struktur bewiesen. Bei *Claosaurus* sind die Röhrenknochen endlich angeblich gar massiv. Die Muskelansätze sind bei *Orthomerus* etwas stärker entwickelt als bei *Rhabdodon*, doch kann in diesem Falle auch dies gleichfalls als die bloße Folge der schnelleren Lokomotion aufgefaßt werden. *Orthomerus* repräsentiert auf diese Weise einen jener seltenen Fälle, wo mit Zunahme der Körpergröße die Agilität nicht abnimmt, aber die Knochenmasse zunimmt. Daß eigentlich ein Vergleich zwischen *Orthomerus* und *Rhabdodon* nicht

ganz zulässig ist, da sie nicht in parallelen, sondern in divergierenden Phylen des ornithopoden Stammbaumes liegen, ist schon erwähnt worden.

Bei den Thyreophoren war das Skelett im allgemeinen gut entwickelt. Die einzigen Thyreophoren, bei denen wir eine mangelhafte Verknöcherung der Gelenkflächen der langen Röhrenknochen und spongiösen Knochenbau konstatieren können, sind einige Spezies von *Dacenturus* und *Stegosaurus* (Nopcsa, Notes on british Dinosaurs. IV. Geol. Mag. London 1911). Auch bei *Stegosaurus* greift der Mangel der Skelettbildung nicht auf die wohlverknöcherten Rückenwirbel über, und interessanterweise läßt sich bei diesem Tiere auch dieselbe Verdickung der Metapodien- und Phalangenenden konstatieren wie bei den Sauropoden. Sternalknochen sind selten.

Stegosaurus ist, wie uns sein schwerer Panzer, sein lateral komprimierter Körper und seine langen Beine zeigen, höchstens ein Sumpftier gewesen, sogar dies ist unwahrscheinlich, keineswegs war er ein Schwimmtier. Der Knochenbau der Extremitäten ist ein analoger wie bei den semiaquatischen Sauropoden, von jenem des in Sümpfen lebenden, relativ guten Schwimmers *Trachodon* (96) aber sehr verschieden, wir sehen also, daß es nicht angeht, wie es bisher geschehen ist, für den schweren Knochenbau der Sauropoden-Extremitäten kurz und bündig bloß ihre aquatische Lebensweise verantwortlich zu machen.

Zusammenfassung aller Ergebnisse.

1. In erster Linie zeigt es sich, daß bei diesen Tieren im großen und ganzen mit der Zunahme der Körpergröße eine Zunahme der Hypophyse ihrem Hirn gegenüber Hand in Hand geht, und diese Hypophysenveränderung wird in fast allen beobachteten Fällen von einem Massigerwerden der Extremitätenknochen, ja in den extremsten Fällen, wie bei den Sauropoden und Stegosauriern, von einer Permanenz großer Knorpelmassen an den Extremitätengelenken begleitet. Offenbar war es diese starke Knorpelentwicklung, durch die die kolossale Größenzunahme dieser Tiere ermöglicht wurde. Die Größe des Hirnschädels bleibt fast stationär. Bei Sauropoden und Stegosauriern ist ferner auch eine Verdickung der Gelenkenden der in ihrer Mitte stark eingeschnürten Metapodien und Phalangen festzustellen. Im Gegensatze zu Sternum und Extremitäten wird die Wirbelsäule von den Ossifikationsverzögerungen nicht oder nur unbedeutend betroffen.

2. Ein Vergleich dieser Beobachtungen mit den beim Gigantismus und bei der, wie schon früher betont wurde, zuweilen hereditär auftretenden Akromegalie gemachten, zeigt eine weitgehende Übereinstimmung: Beiden ist die in pathologischen Fällen wenigstens temporäre Zunahme der Hypophysenfunktion, resp. der Hypophysengrube, gemeinsam, bei beiden entsteht der

Riesenwuchs durch Persistenz des Knorpels, der Hirnraum wird nicht verändert, ja es hat sich sogar die bei Akromegalie bemerkbare Verdickung der Phalangen bei den Dinosauriern vorgefunden. An Eunuchentum erinnert bei den Dinosauriern die Gewichtszunahme der Extremitäten. Auch das Eunuchentum wird von einer Hypophysenvergrößerung begleitet. Nach dieser Zusammenstellung liegt es an der Hand, den Riesenwuchs vieler Dinosaurier, zumal der Sauropoden, als Resultat einer Verstärkung der Hypophysenfunktion zu deuten.

3. Das Aussterben dieser Tiere würde seine Erklärung in der geringen Widerstandskraft eines jeden, auch des normal gebauten Riesenkörpers finden, es sei denn, daß man es vorzieht, an eine Abnahme ihrer geschlechtlichen Funktionen zu denken. In einer vorigen Arbeit mußte ich das Aussterben der Sauropoden noch eine offene Frage nennen; durch Nahrungsmangel schien es nicht erklärbar (84); daß es mit der Knorpelentwicklung zusammenhängt, habe ich schon in 1911 angedeutet (Geol. Mag. 1911, p. 148); heute stehen wir, scheint es, der Beantwortung der Frage dieses Aussterbens bedeutend näher. Weshalb bei den Dinosauriern die Vergrößerung und die Funktionssteigerung (?) der Hypophyse eintritt, ist freilich eine noch unbeantwortete Frage, doch ist diese ebenso dunkel wie z. B. die Frage, warum beim Menschen durch Schilddrüsendefekt bewirkter Kretinismus vorkommt.

Die Frage über die Ursache des Größerwerdens der Dinosaurier ist nicht gelöst, sie ist aber durch diese Betrachtungen auf ein anderes Gebiet verschoben und der Paläontologie entzogen (?) worden.

Schon 1905 habe ich auf die physiologische Wichtigkeit der verschiedenartigen Entwicklung der Basis Cranii der Dinosaurier gewiesen, damals versprach ich, dieses Thema gelegentlich zu erörtern, dies ist hiemit geschehen, Sache der amerikanischen Paläontologen wird es nun sein, uns an der Hand ihres Materials genaue Daten über die relative Größe von Hirnraum und Hypophysenraum zu geben.

Literatur.

(Ausführliche Literaturverzeichnisse über das in diesem Abschnitte behandelte rezente Material findet man in den Arbeiten von Biedl, Falta, Meige, Sternberg und Woerdemann. — Die Literatur über das fossile Material ist nahezu komplett.)

a) Über rezentes Material.

(15) Becker: Über das Knochensystem eines Kastraten. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1899.
(16) Benda: Die Akromegalie. Deutsche Klinik. 1903.
(17) Bertolotti: Contribution a l'étude du Gigantisme acromegalo-infantile. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1910.
(18) Biedl: Innere Sekretion. Wien 1913.

(19) Briau: L'influence de la Castration... sur le developement du squelette. Gazette hebdomaire de Médecine et Chirurgie. 1901.
(20) Brissaud-Meige: Type infantile du Gigantisme. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1904.
(21) Buday-Jancso: Ein Fall von pathologischem Riesenwuchs. Deutsch. Archiv f. klinische Medizin. 1898.
(22) Cagnetto: Neuer Beitrag zum Studium der Akromegalie. Virchov's Archiv. 1907.
(23) Dietrich: Knochen- und Gelenkveränderungen bei der Akromegalie. Verhandl. deutsch. Patholog. Gesellschaft. 1909.
(24) Ecker: Zur Kenntnis des Körperbaues schwarzer Eunuchen. Abhandl. Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft. 1864.
(25) Falta: Die Erkrankungen der Blutdrüsen. Berlin 1913.
(26) Fichera: Ancora sulla ipertrofia della ghiandola pituitaria. Boll. real. acad. Medica. Roma 1905.
(27) — Sulla ipertrofia della ghiandola pituitaria consecutiva alla castrazione. Boll. real. Acad. Medica. Roma 1905.
(28) Fischer: Der Riesenwuchs. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. 1880.
(29) — Die Beziehungen des Hypophysentumors zur Akromegalie und Fettsucht. Frankfurter Zeitschr. f. Pathologie. 1910.
(30) Franchini: Encore sur l'acromegalie. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1908.
(31) Fraenkel-Stadelmann-Benda: Klinische und anatomische Beiträge zur Lehre von der Akromegalie. Deutsche Medizin. Wochenschr. 1901.
(32) Frantzel: Über Akromegalie. Deutsche Medizin. Wochenschr. 1888.
(33) Gallais: Gigantisme acromegale sans elargissement de la selle turcique. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1912.
(34) Geddes: Abnormal growth in absence of functioning testicles. Proc. Roy. Soc. Edinb. 1910.
(35) — Report on an acromegalic Skeleton. Journal of Anatomy and Physiology. London 1911.
(36) Hoppe: Leontiasis ossea, acromegaly and sexual infantilism. Journal of nervous and mental disturbances. 1912.
(37) Huchard-Launois: Gigantisme acromegale. Soc. Medic. des hôpitales. Paris 1903.
(38) Hudovering-Popovits: Gigantisme prècoce avec developement prècoce des organs genitaux. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. 1903.
(39) Hutchinson Woods: The pituitary gland as a factor in Acromegaly. New York Medical-Journal. 1898 and 1900.
(40) Keith: An inquiry into the nature of the skelettal changes in acromegaly. Lancet. London 1911.
(41) Koch: Demonstration eines Schädels mit Leontiasis ossea. Zeitschr. f. Ethnologie. Berlin 1909.
(42) Langer: Wachstum des menschlichen Skelettes in bezug auf Riesen. Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien 1872.
(43) Launois-Roy: Gigantisme et infantilisme. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1902.
(44) — Gigantisme et acromegalie. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1903.
(45) Le Double: Le canal cranio-pharyngien. Bull. et Mem. Soc. Anthropol. Paris 1903.
(46) Levi-Trachini: Contribution à la connaissance du Gigantisme. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1909.

(47) MAYER: Über Beziehungen zwischen Keimdrüsen und Hypophysis. Archiv f. Gynäkologie. 1910.
(48) MEIGE: Sur le Gigantisme. Archives générales de Médecine. Paris 1902.
(49) SALLE: Über einen Fall von angeborener Größe der Extremitäten etc. Jahrb. f. Kinderheilkunde. 1912.
(50) SCHLOFFER: Mehrere Artikel über Hypophysen-Operationen. Wiener klin. Wochenschr. 1907.
(51) SCHULTZE-FISCHER: Zur Lehre von der Akromegalie. Mitteilung d. Grenzgebiete der Medizin und Chirurgie. 1912.
(52) SCHWONER: Über hereditäre Akromegalie. Zeitschr. f. klin. Medizin. Supplementheft 32.
(53) SELLHEIM: Kastration und Knochenwachstum. HEGAR, Beitr. z. Geburtshilfe und Gynäkologie. 1899.
(54) SOTTI-SARTESCHI: Sur un cas d'agenesie du système hypophisaire. Archiv italien. de Biologie. Paris 1912.
(55) STERNBERG: Beiträge zur Kenntnis der Akromegalie. Zeitschr. f. klin. Medizin. 1895.
(56) — Die Akromegalie (in NOTHNAGEL: Spezielle Pathologie und Therapie. Wien 1903).
(57) STRUMME: Akromegalie und Hypophyse. Archiv f. klin. Chirurgie. Berlin 1908.
(58) TAMBURINI: Beitrag zur Pathogenese der Akromegalie. Zentralbl. f. Nervenheilkunde und Psychiatrie.
(59) TANDLER-GROSS: Einfluß der Kastration auf den Organismus. Wiener klin. Wochenschr. 1907.
(60) — Einfluß der Kastration auf den Organismus. Teil I—III. Archiv f. Entwicklungsmechanik. 1909 und 1910.
(61) TOLKEN: Zur Pathologie der Hypophyse. Mitteilungen aus d. Grenzgebiete der Medizin und Chirurgie. 1912.
(62) TSCHIRWINSKY: Entwicklung des Skelettes bei Schafen. Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1910.
(63) WOERDEMANN: Vergleichende Ontogenie der Hypophyse. Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1914.

b) Über fossiles Material.

(64) ANDREWS: Cast of Brain cavity of *Iguanodon*. Annals Mag. nat. Hist. 1897.
(65) BRANCA: Die Riesengröße sauropoder Dinosaurier etc. Archiv f. Biontologie. Berlin 1914.
(66) BROWN: *Anchiceratops*, a new Genus of horned Dinosaurs. Bull. Amer. Mus. Nat. hist. 1914.
(67) BURCKHARDT: Das Gehirn von *Triceratops flabellatus*. N. Jahrb. f. Min. etc. 1892.
(68) DOLLO: Sur les epiphyses des Lacertiliens. Zoolog. Anzeiger. 1884.
(69) GILLMORE: Osteology of the Jurassic reptile *Camptosaurus*. Proc. U. S. Nat.-Mus. Washington. 1909.
(70) — Osteology of the armored Dinosauria in the United States National-Museum, with spezial references to the Genus *Stegosaurus*. Bull. U. S. Nat.-Mus. Washington. 1914.
(71) HATCHER-LULL: Ceratopsia. U. S. Geological Survey Monografs. 1909.
(72) HAY: Skull and Brain of *Triceratops* with a remark etc. Proc. U. S. Nat.-Mus. 1909.

(73) Hay: On the manner of locomotion of Dinosaurs. Proc. Washington Acad. of Science. 1910.
(74) — Further Observations on Sauropodous Dinosaurs. American Naturalist. 1911.
(75) Holland: Osteology of *Diplodocus*. Memoirs Carnegie Museum. Pittsburgh 1905.
(76) Huene: Das Hinterhaupt von *Megalosaurus* von Stonesfield. N. Jahrb. f. Min. etc. 1906.
(77) — Die Dinosaurier der europäischen Triasformation. Geol. u. Paläont. Anhandl. Jena. Suppl.-Bd. I 1907—1908.
(78) — Nachträge zu meinen früheren Beschreibungen triassischer Saurischia. Geol. u. Paläont. Abhandlungen. Jena 1914.
(79) — Über die Zweistämmigkeit der Dinosaurier mit Beiträgen zur Kenntnis einiger Schädel. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVII. 1914.
(80) Marsch: The Dinosaurs of North America. Annual Rep. U. S. Geol. Surv. 1896.
(81) Matthew: The pose of Sauropodous Dinosaurs. Amer. Natural. 1910.
(82) Nopcsa: Dinosaurierreste aus Siebenbürgen. III. Weitere Reste von *Mochlodon*. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien 1903.
(83) — Notes on British Dinosaurs. I. *Hypsilophodon*. Geol. Mag. London 1905.
(84) — Die Dinosaurier der siebenbürgischen Landesteile Ungarns. Jahrbuch ungar. geolog. Reichsanstalt. Budapest 1915.
(85) Osborn: *Tyrannosaurus*, an upper cretaceous Dinosaur. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1906.
(86) — Crania of *Tyrannosaurus* and *Allosaurus*. Mem. Amer. Mus. Nat. Hist. New York 1912.
(87) Seeley: The reptile fauna of the Gosauformation. Quart. Journ. geol. Soc. London 1881.

3. Über die Pubis der Orthopoden.

Obzwar schon ungemein viel über die Pubis der Orthopoden geschrieben wurde, scheint es, als ob die Frage, wie die einzelnen Teile dieses Knochens zu deuten seien, noch immer nicht geklärt wäre.

Im großen ganzen stehen sich zwei Ansichten gegenüber: die einen halten den hinteren, die anderen den vorderen Ast der Orthopodenpubis für den der Reptilien-Pubis homologen Knochen des Beckens. Auf die morphologische Ähnlichkeit des orthopoden Beckens mit dem der Vögel ist seit jeher hingewiesen worden.

Mehnert war der erste, der auf die Rotation der Vogelpubis während der Ontogenie hinwies, und dementsprechend haben wir bei den Vögeln den dem Ischium parallelen Knochen als Pubis zu deuten. Das distale Ende dieser Pubis ist gegen die Medianlinie des Körpers gerichtet. Vor dem Acetabulum ist, bei manchen Vögeln, wie auch Lebendinsky (93) richtig betont, als Neuerwerbung der Processus pectinealis zu treffen. Darauf, daß der Processus pectinealis besonders bei Lauf- und Schwimmvögeln entwickelt ist, hat schon Marsh gewiesen, Lebendinsky hat diese Beobachtung bestätigt.

Selbst hatte ich infolge der Liebenswürdigkeit von Dr. Pycrafft vor Jahren am britischen Museum Gelegenheit, die Entwicklung des Processus pectinealis an zahlreichen Vogelbecken zu untersuchen. Er entwickelt sich als Knochen in der Regel erst, wenn die Beckenelemente miteinander verknöchern, und zwar hauptsächlich vom Ilium. Die Pubis ist an seiner Bildung bei *Rhea* z. B. nur durch eine ganz kleine Tuberosität beteiligt und auch dieser Pubishöcker wird von der vom Ilium ausgehenden Verknöcherung weit überwuchert, so daß sich der Processus pectinealis fast ausschließlich als ein Produkt des Ilium darstellt. Der Processus pectinealis ist stets gegen außen und gegen die letzten Rippen gerichtet. Bei *Apteryx* erstreckt sich das intercostoidale Gewebe gegen rückwärts bis an die Spitze des Processus pectinealis und ist daran befestigt. Vorne und außen befestigt sich, wie ich mich an mehreren frischen *Rhea*-Kadavern überzeugen konnte, an dem Processus pectinealis der Musculus ambiens, und ein mechanisches Anziehen dieses Muskels, resp. seiner Sehne oberhalb des Knies, bewirkte bei fixiertem Ober- und Unterschenkel stets ein Zusammenziehen der Zehen.

Wenn man nun einen Hahn im Hühnerhof beobachtet, so sieht man, wie er bei jedem Schritte nicht nur den Unterschenkel hebt, sondern die Zehen langsam und scheinbar bedächtig einzieht, wodurch es ihm dann möglich wird, jeden Fuß mit vorwärts gerichteter Mittelzehe nahe zu der Mittellinie des Körpers wieder auf den Boden zu stellen, ohne daß die Zehen des betreffenden Fußes hiebei den Unterschenkel des anderen Fußes berühren. Man begreife die Wichtigkeit dieser Einrichtung bei einem zweibeinigen Lauftier, bei dem es, wie Lebendinsky (92) betonte, von Wichtigkeit ist, die beiden Extremitäten möglichst nahe zur Medianlinie auf den Boden zu setzen. (Der Abstand der beiden Acetabula voneinander ist bei Laufvögeln kleiner als bei anderen Vögeln.)

Gehen wir nun auf die Orthopodenpubis über. Die Pubis dieser Tiere besteht aus zwei Ästen, einem hinteren, der mit seinem Gegenüber gegen die Mittellinie des Körpers konvergiert, und einem vorderen, der jedoch nicht gegen die Mittellinie des Körpers, sondern genau so auswärts gegen die letzten Rippen gerichtet ist wie der Processus pectinealis der Vögel. Die Richtung dieses Knochenteiles gegen vorne kann man prächtig an Osborn's (**96**) Abbildung des Skelettes von *Trachodon* konstatieren.

Die Auswärtsrichtung dieses Pubisastes ist eine Eigenschaft, die bei keiner einzigen unzweifelhaften Reptilienpubis vorkommt, und deshalb rentiert es sich nun, die phylogenetische Geschichte dieses Pubisteiles zu verfolgen.

Der vordere Pubisteil der orthopoden Dinosaurier ist am schwächsten bei den auch sonst primitiven Ornithopodiden, nämlich *Hypsilophodon*, *Camptosaurus* und *Laosaurus* entwickelt; hier bildet er nur einen spitzen Fortsatz und ist viel kleiner als

der rückwärtige Ast der Pubis. Bei *Iguanodon* ist der vordere Pubisast, wie man an jedem Gipsabgusse des Skelettes dieses Tieres sehen kann, der größere von beiden Pubisästen, und zwar hat er hier die Gestalt eines breiten, flachen Knochens mit gegen vorne fast divergierenden Rändern, wogegen der hintere, gegen die Medianebene gerichtete Pubisast stabförmig ist. Bei den obercretacischen Trachodontiden, z. B. *Trachodon* und *Saurolophus*, ist der vordere Pubisast vorne verbreitert, der hintere Pubisast auf einen langgezogenen Stachel reduziert (88).

Es besteht somit kein Zweifel, daß sich auf der Linie *Camptosaurus—Trachodon* der vordere Ast der Pubis vergrößert und verbreitert, der hintere reduziert. Auch Huene erkennt in 1914 die Praepubis der Dinosaurier als eine Neuerwerbung an (91).

Wir wenden uns nun zur Lebensweise der Ornithopodidae. Für die primitiven, leichten Formen haben wir festländische, kursorische Lebensweise anzunehmen; daß *Iguanodon* die Fähigkeit besaß, auf zwei Beinen zu hüpfen und daß dann nur seine Zehen den Boden berührten, während er sonst den Fuß mit gespreizten Zehen niederzustellen pflegte, darauf hat Dollo gewiesen, *Trachodon* war endlich gar ein guter Schwimmer, der sich im Wasser mit Hilfe seines Schweifes und wohl auch mit Hilfe seiner Hinterfüße bewegte. Welche Bedeutung der Musc. ambiens für alle diese Formen haben mußte, ist schon daraus ersichtlich. Wahrscheinlich hefteten sich aber an die Spitze des vorderen Pubisastes auch außer den Musc. ambiens noch andere Muskeln an, die zu den Rippen zogen und so die laterale Rumpfbewegung beim Laufen regulierten. Daß solche Bewegungen bei den Dinosauriern stattfanden, darauf weist die Entstehung von konvexokonkaven Cervical- und Dorsal-Wirbeln in den beiden Ordnungen der Dinosaurier (94). Auf die ähnliche Wirbelmechanik bei den Laufvögeln habe ich anderen Orts gewiesen. Wie weit die beiden Pubisäste der Orthopoden durch die Verschiedenheit der Geschlechter beeinflußt werden, will ich bei anderer Gelegenheit erörtern.

Da der vordere Pubisast der Dinosaurier genau so gegen die Rippen gerichtet ist wie der Processus pectinealis der Vögel, da sich ferner der Processus pectinealis der Vögel gerade bei den Lauf- und Schwimmvögeln entwickelt, da die Dinosaurier als Land- und Sumpftiere jedenfalls zu laufen und zu schwimmen pflegten und da sich endlich auch bei ihnen im Laufe der Phylogenie vor dem Acetabulum — allerdings nicht vom Ilium, sondern von der Pubis — ein gegen die Rippen gerichteter Fortsatz entwickelt, so ist man zur Annahme gezwungen, daß der Processus pectinealis der Vögel und der vordere Pubisast der Dinosaurier funktionell, aber nicht genetisch ident sind. Infolge dieser funktionellen Identität und genetischen Verschiedenheit glaube ich den vorderen Pubisast der Dinosaurier auch weiterhin, wie seit 1905, **Processus pseudopectinealis** nennen zu müssen. Den Ausdruck Präpubis

lehne ich deshalb ab, weil dieser Ausdruck auch bei anderen Tieren für andere, vor dem Acetabulum liegende, gegen die Medianlinie des Körpers konvergierende Beckenelemente verwendet wurde (**90**), die wahrscheinlich verschiedenen Ursprung haben.

Erklärung der Abbildungen (zu p. 334).

Fig. 1. Ansicht der Schädelhöhle von *Thecodontosaurus* von vorne (nach Huene).
„ 2. Schädelbasis von *Thecodontosaurus* von unten (nach Huene).
„ 3. Lateralansicht der Schädelhöhle von *Plataeosaurus* (nach Huene).
„ 4. Ansicht der Schädelhöhle von *Megalosaurus* von vorne (nach Huene).
„ 5. Längsschnitt durch den Hirnraum von *Diplodocus* (nach Osborn).
„ 6. Derselbe Längsschnitt bei *Camarasaurus* (nach Huene).
„ 7. Schädelbasis von *Hypsilophodon* von unten (nach Nopcsa).
„ 8. Schädelbasis von *Rhabdodon* von unten (nach Nopcsa).
„ 9. Schädelbasis von *Orthomerus* von unten (nach Nopcsa).
„ 10. Schädelhöhle von *Struthiosaurus* von vorne (nach Seeley).
„ 11. Längsschnitt durch den Hirnraum von *Stegosaurus* (nach Gilmore).

„St“ in allen Figuren „Sella turcica“, darunter die Hypophysengrube.

Literatur.

(**88**) Brown: Skeleton of *Saurolophus*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. New York 1913.
(**89**) Heilmann: Fuglenes Afstamning. Separatabdr. aus „Dansk Ornithologisk“. Kopenhagen 1912—16.
(**90**) Huene: Beitrag zur Lösung der Präpubisfrage bei den Dinosauriern. Anatom. Anzeiger. 1908.
(**91**) — Beitrag zur Geschichte der Archosaurier. Geol. u. Pal. Abh. 1913.
(**92**) Lebedinsky: Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Vogelbeckens. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1913.
(**93**) — Über den Processus pectinealis des Straußenbeckens. Anatom. Anzeiger. 1914.
(**94**) Nopcsa: Synopsis und Abstammung der Dinosaurier. Földtani Közlöny. Budapest 1902.
(**95**) — Notes on British Dinosaurs. I. *Hypsilophodon*. Geol. Mag. London 1905.
(**96**) Osborn: Integument of the Iguanodont Dinosaur *Trachodon*. Mem. Amer. Museum Nat. Hist. New York 1912.

Besprechungen.

Reinhold Rieke: Die Arbeitsmethoden der Silikatchemie. (Sammlung Vieweg, Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 37. 100 p. Braunschweig bei Vieweg u. Sohn. 1917.)

Verf. ist in dieser kurzen Abhandlung mit Erfolg bestrebt, dazu beizutragen, die vielfach in chemischen und technischen Kreisen

noch bestehende Unklarheit über die Eigenschaften von Silikaten zu verringern, und die Gesichtspunkte, die bei ihrer Erforschung und dem Arbeiten mit Silikaten zu beachten sind, auch dem außerhalb dieses Gebiets Stehenden näher zu rücken. Da die Silikate unter den Bestandteilen der festen Erdkruste und anderer Himmelskörper eine so große Rolle spielen, so hat auch für Mineralogen die vorliegende Schrift ein hervorragendes Interesse, deren Verfasser ja mit zu den bekannteren Silikatchemikern zählt und der das Gebiet der Silikatchemie schon durch zahlreiche Spezialuntersuchungen wesentlich gefördert hat. Einzelheiten darf man in diesem kurzen Abriß nicht erwarten, es werden nur die Hauptgesichtspunkte geboten. Die folgende Inhaltsübersicht wird einen näheren Einblick gewähren. Auf die Einleitung folgt der I. Abschnitt, der die Darstellung der Silikate behandelt (Allgemeines, Darstellung von Silikaten in Gegenwart von Wasser, Darstellung aus wasserfreiem Schmelzfluß, Darstellung bei Abwesenheit einer flüssigen Phasenbildung durch Reaktion von Gasen und durch Sublimation). Der II. Abschnitt bespricht die Trennung von Silikatgemengen und die Isolierung einzelner Verbindungen (auf mechanischem und auf chemischem Wege), der III. Abschnitt die Analyse der Silikate (Aufschlußmethoden, qualitativer Nachweis von Kieselsäure, Bestimmung des Wassergehalts in Silikaten). Der wichtigste Teil des Buches ist der IV. Abschnitt: Die physikalisch-chemische Untersuchung der Silikate, und zwar: A. Die fester, insbesondere kristallisierter Silikate (Löslichkeit, Härte, Dichte, Schmelzpunkt, Zersetzung vor dem Schmelzen, Umwandlungen, spezifische Wärme, Bildungswärme, Kristallisations- [Schmelz-] und Umwandlungswärme, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeausdehnung, elektrische Leitfähigkeit und Polarisation, mikroskopisch-optische Untersuchung). B. Untersuchung von Silikatschmelzen (Allgemeines, Viskosität, Kristallisationsvermögen, Kristallisationsgeschwindigkeit, Oberflächenspannung, Dichte, elektrolytische Dissoziation und elektrische Leitfähigkeit). Endlich erläutert der V. Abschnitt die Versuche zur Aufklärung der Konstitution der Silikate. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Literatur und ein Register bilden den Schluß. Das kleine Buch gibt einen deutlichen Einblick in die großen Schwierigkeiten, mit denen die Silikatchemie zu kämpfen hat, und läßt den weiten Weg erkennen, der bis zu einer befriedigenden allseitigen Kenntnis der Silikate noch zurückzulegen ist.

Max Bauer.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Struktur der kristallisierten Formen des Siliciumdioxyds SiO_2, des Eisenbisulfids FeS_2, des Zinksulfids ZnS und des Calciumcarbonats.

Von J. Beckenkamp, Würzburg.

Mit 18 Textfiguren.

1. Beobachtungsresultate.

Das Siliciumdioxyd kristallisiert bekanntlich als Quarz und β-Tridymit hexagonal; der Quarz gilt als trigonal-trapezoedrisch, der β-Tridymit als dihexagonal-bipyramidal. Quarzin und α-Tridymit sind optisch zweiachsig. Der α-Cristobalit gilt als tetragonal, der β-Cristobalit als regulär. Quarzin, α-Tridymit und α-Cristobalit unterscheiden sich von Quarz bezw. den beiden β-Formen dadurch, daß ihnen dreizählige Deckachsen fehlen. In Alkalien sind Quarz und Quarzin schwer, Tridymit und Cristobalit leicht löslich. Tridymit und Cristobalit haben ungefähr das gleiche spez. Gew. 2,30, Quarz und Quarzin dagegen das spez. Gew. 2,62[1].

Zwischen FeS_2 und SiO_2 bestehen einige auffallende Beziehungen; die Atomgewichte der in Frage kommenden Elemente sind: Fe = 55,9, S = 32,06, Si = 28,4, O = 16, also sind die Molekulargewichte: $FeS_2 = 120{,}02$, $SiO_2 = 60{,}4$. Das Molekulargewicht von FeS_2 ist also fast genau doppelt so groß als das von SiO_2; auch das Atomgewicht von S ist fast genau doppelt so groß als das von O, jenes von Fe nur wenig kleiner als das doppelte Atomgewicht von Si. Das Molekularvolumen ist für Quarz 23,0, für Pyrit 23,5, für Markasit 24,0, für Tridymit 26,3. Pyrit und Quarz sind die schwerer, Markasit und Tridymit die leichter zersetzbaren Mineralien.

In der vom Verf. wiederholt bestätigt gefundenen Näherungsformel $R_n = \frac{n A_o}{A_n}$, wobei A_n das Atomgewicht eines Elements, A_o das des Sauerstoffs und n eine Ordnungszahl der betreffenden Reihe des periodischen Systems bedeuten, stellt R_n nach Ansicht des Verf.'s den primären Wirkungsbereich des Atoms dar, wenn der des Sauerstoffs = 1 gesetzt wird. Hiernach ist $R_{Si} = 0{,}5634$, $R_{Fe} = 0{,}5724$, $R_S = 0{,}9981$, $R_O = 1$.

[1] Weitere Angaben über die kristallisierten Formen der Kieselsäure vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 524 und ff.

Das Eisenbisulfid FeS_2 kristallisiert als Pyrit regulär, als Markasit rhombisch; der Pyrit gilt als dyakisdodekaedrisch.

Das Natriummetaperjodat $NaJO_4 . 3H_2O$ unterscheidet sich in seiner Kristallform von dem Quarz nur dadurch, daß die Hauptachse stets ausgesprochen polar ist. In ähnlicher Beziehung steht zum Pyrit der Ullmannit NiSbS, bei welchem die vier trigonalen Achsen polar sind. Gewisse Beobachtungen deuten aber auch beim Quarz[1], beim Tridymit[2] und beim Pyrit[3] auf eine allerdings weit schwächere Polarität der trigonalen Achsen.

Es wurde schon durch vom Rath auf die Beziehungen der Tridymitzwillinge zum regulären Oktaeder aufmerksam gemacht. Verf. hob weitere Beziehungen zwischen den Tridymitzwillingen und der regulären Syngonie hervor. Betrachten wir den regulären Würfel als ein Rhomboeder und bezeichnen die Neigung der Flächen desselben gegen die trigonale Achse mit α, so haben α und das Achsenverhältnis a:c, wenn die Achse c parallel der Oktaedernormalen o und die Achse a parallel der Granatoedernormalen g ist, folgende Werte.

Beim Würfel:

$$a : c_w = 1 : 1{,}22474 \qquad \alpha = 35^0\,15'\,52''.$$

Geht die Achse a des Rhomboeders dagegen einer Leucitoedernormalen l parallel, dann wird das Achsenverhältnis des Würfels $a : c_w = 1 : 0{,}707105$.

Beim Tridymit ist:

$$a : c_{tr} = 1 : 1{,}6533 \qquad \alpha = 27^0\,39'.$$

Machen wir die Fläche $\frac{3}{4}P$ des Tridymits zur Grundform, so wird $a : c_{\frac{3}{4}tr} = 1 : 1{,}22175$, $\alpha = 35^0\,19'\,50''$, bei einem regulären Ikositetraeder $_{11}O_{11}$ $\{11, 1, 11\}$ ist $a : c_i = 1 : 1{,}6330$, $\alpha = 27^0\,56'\,30''$. Die Grundform des Tridymits entspricht daher mit großer Annäherung den Flächen des Ikositetraeders $_{11}O_{11}$, die Form $\frac{3}{4}P$ Flächen des regulären Würfels. Gilt der Würfel als ein Rhomboeder R_w mit dem Achsenverhältnis $a : c = 1 : 1{,}22474$, dann sind die Flächen von $_{11}O_{11}$ Flächen eines Rhomboeders $\frac{4}{3}R_w$; ein Achsenverhältnis von $a : c = 1 : 0{,}81644$ entspricht einem Rhomboeder $\frac{2}{3}R_w$.

Das Achsenverhältnis des Quarzes ist $a : c = 1 : 1{,}0999$, $\alpha = 38^0\,13'$. Das Grundrhomboeder des Quarzes entspricht einem Ikositetraeder $_{25}O_{25}$ $\{25, 1, 25\}$ mit $\alpha = 38^0\,30'\,10''$. Das Grundrhomboeder des Quarzes und die Tridymitform $\frac{3}{4}P$ sind also stumpfer als der reguläre Würfel (vgl. Fig. 1). Man könnte vermuten, daß aus dem regulären Würfel durch Kompression in der

---

[1] Vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 537 und ff.

[2] Vgl. J. Beckenkamp, Tridymit, Cristobalit und Quarz. Zeitschr. f. Krist. 1901. **34**. 585.

[3] Vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 634.

Richtung der einen trigonalen Achse das Grundrhomboeder des Quarzes, durch eine Dilatation in der Richtung a das Tridymitrhomboeder $\frac{3}{4}$R entstehe. Die spez. Gewichte von Quarz und Tridymit müßten sich dann verhalten wie 1,12 : 1; die Beobachtung ergibt aber 1,152 : 1.

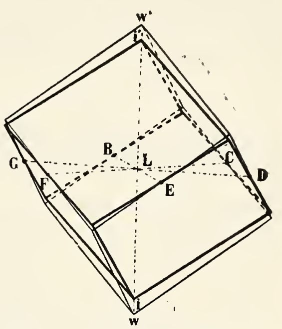


Fig. 1. Grundrhomboeder des Quarzes, umgeben vom regulären Würfel.

Die Dioxyde der dem SiO_2 am nächsten stehenden Elemente Ti und Sn der vierten Reihe des periodischen Systems kristallisieren tetragonal mit einem annähernden Achsenverhältnis c:a = 0,644 : 1 : 1 bezw. = 0,672 : 1 : 1, also annähernd 0,66 : 1 : 1. Beziehen wir die Flächen des Quarzes, des Tridymits und der regulären Form 11O11 auf drei zueinander senkrechte Achsen g, l, o, von welchen die erste die Normale zu einer Granatoeder-, die zweite zu einer Leucitoeder-, die dritte zu einer Oktaeder-Fläche ist, so ergeben sich folgende Achsenverhältnisse:

1. für die Form $\frac{3}{4}$R des Quarzes . . .	g : l : o	= 0,57735 : 1 : 0,9522
2. für die Grundpyramide des Tridymits		= 0,57735 : 1 : 0,9544
3. für das Ikositetraeder 11O11		= 0,57735 : 1 : 0,9428
4. die tetragonalen Dioxyde der 4. Reihe		ca. 0,666 . . : 1 : 1.

Nehmen wir also an, für SiO_2 bestehe eine mit dem Cristobalit nicht übereinstimmende tetragonale Form mit dem Verhältnisse g : l : o = 0,57735 : 1 : 1, so stehen die Verhältnisse von Quarz und Tridymit zwischen der tetragonalen und der regulären Form. Beim Quarz und beim Tridymit hat dann also eine Annäherung an die reguläre Form stattgefunden, und zwar beim Quarz eine Verkürzung der Achse o im Verhältnisse 1 : 0,9525 = 1,0499 : 1, beim Tridymit eine Verlängerung der Achsen g und l im Verhältnisse 1 : 0,9544 = 1,04781 : 1; dann muß sich das spezifische Gewicht des Quarzes zu dem des Tridymits verhalten wie $1,0499 \times 1,04781^2 : 1 = 1,1527 : 1$. Die direkte Beobachtung der spezifischen Gewichte ergab das Verhältnis 2,62 : 2,30 = 1,1521 : 1.

Die Polarisationsebene eines linear polarisierten Lichtstrahls, welcher einen Quarzkristall durchsetzt, wird im Quarze gedreht, und zwar ist die „reine Drehung“ für einen Lichtstrahl, welcher parallel zur Hauptachse durch den Kristall geht, ungefähr doppelt so groß als für einen Lichtstrahl senkrecht zur Hauptachse[1]. Beim Tridymit findet keine optische Drehung statt.

---

[1] Vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 427.

Das Zinksulfid ZnS kristallisiert als Zinkblende regulär und wird in die hexakistetraedrische Klasse eingereiht, als Wurtzit kristallisiert ZnS hexagonal mit dem Achsenverhältnisse $a : c = 1 : 0{,}81747$. Die Neigung der Grundpyramide gegen die Basis ist bei Annahme dieses Achsenverhältnisses $P : 0P = 43^0 20'$. Da aber auch die Pyramide $2P$ mit der Neigung $2P : 0P = 62^0 5'$ vorkommt, so könnte man auch diese spitzere Pyramide zur Grundform wählen und erhielte dann das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 1{,}63494$. Der Wurtzit steht in dieser Hinsicht dem Tridymit sehr nahe. Beim Tridymit setzt vom Rath $a : c = 1 : 1{,}65304$; da aber außer der Form P mit der Neigung $P : 0P = 62^0 21'$ auch die Form $\frac{1}{2}P$ mit der Neigung $\frac{1}{2}P : 0P = 43^0 39'$ vorkommt, so könnte man beim Tridymit auch die stumpfere Pyramide zur Grundform wählen und erhielte dann das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}82652$.

Das Molekül ZnS verhält sich zu SiO_2 ähnlich wie der Ullmannit zu Pyrit und das Natriummetaperjodat zum Quarz, d. h. das chemische Molekül ermöglicht keine zentrische Anordnung der Atome, dementsprechend sind sowohl Zinkblende als Wurtzit ausgesprochen polar nach den trigonalen Achsen.

Vom Verf. wurde [1] experimentell der Nachweis geführt, daß beim Erhitzen der (regulären) Zinkblende die Zwillingslammellierung nach dem Spinellgesetz zunimmt und schließlich der (hexagonale) Wurtzit entsteht. Bei längerem Liegen an gewöhnlicher Luft geht die Umlagerung wieder teilweise zurück.

Ferner wurde vom Verf. hervorgehoben [2], daß eine größere Anzahl von hexagonalen Kristallen ein ähnliches Achsenverhältnis besitzen wie Tridymit und Wurtzit, und von Fr. Rinne [3] wurde die Reihe dieser „isotypen" Kristalle noch beträchtlich erweitert.

Auch die Reihe der rhomboedrischen Carbonate gehört in bezug auf das Achsenverhältnis hieher [4]. Bei Magnesit $MgCO_3$ ist die Neigung des Grundrhomboeders zur Basis $\alpha = 43^0 6'$ und das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}8095$. Beim Rhodochrosit $MnCO_3$ sind die entsprechenden Werte $\alpha = 43^0 23'$, $a : c = 1 : 0{,}8259$, beim Siderit $FeCO_3$ ist $\alpha = 43^0 21'$, $a : c = 1 : 0{,}8191$. Bei Kalkspat weicht das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}8543$ etwas mehr von dem regulären Werte $1 : 0{,}81644 = 1 : \frac{2}{3} c_w$ ab.

Es wurde vom Verf. schon früher [5] darauf hingewiesen, daß die rhomboedrischen Kristalle eine beträchtlich höhere Doppelbrechung besitzen als die hexagonalen im engeren Sinne. Der damals wegen seiner starken Doppelbrechung ($\nu_o - \bar{\nu}_e = 0{,}280$) als eine Ausnahme von dieser Regel bezeichnete Hämatit Fe_2O_3

[1] Zeitschr. f. Krist. 1908. **44**. 252.

[2] Ebenda, Tridymit, Cristobalit und Quarz. 1901. **34**. 571 u. f.

[3] Beiträge z. Kennt. des Feinbaues der Kristalle.

[4] Vgl. dies. Centralbl. 1917. p. 30.

[5] Kristalloptik. p. 181 u. ff.

gehört auf Grund seiner Flächenausbildung wohl mehr zur rhomboedrischen Abteilung als der Korund Al_2O_3; denn bei ersterem kommen als Zonenachsen weit mehr die Rhomboederkanten in Betracht, bei Korund, bei welchen $\nu_o - \bar{\nu}_e = 0{,}008$, mehr die horizontalen Kanten und die Kante zwischen den hexagonalen Formen 2. Art.

2. Veranschaulichung der Eigenschaften der kristallisierten Formen von SiO_2 und FeS_2 durch ein doppelt kubisches Gitter.

Die nahen Beziehungen sowohl des Quarzes als des Tridymits zu regulären Verhältnissen veranlaßten Verf., für beide ein deformiert reguläres Gitter zugrunde zu legen.

Man kennt drei reguläre Raumgitter:

1. das einfach kubische Gitter (Fig. 2);

2. das doppelt kubische oder das zentrierte kubische Gitter (Fig. 3). Bei diesem durchdringen sich zwei einfach kubische Gitter in der Weise, daß je ein Massenpunkt des einen Gitters im Schwerpunkte des elementaren Würfels des andern liegt;

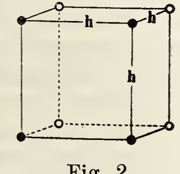
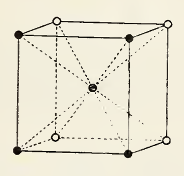
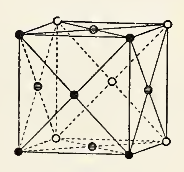


Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.

3. das vierfach kubische oder das flächenzentrierte kubische Gitter (Fig. 4), bei welchem die Massenpunkte von drei einfach kubischen Gittern in den Flächenmittelpunkten des elementaren Würfels des vierten einfach kubischen Gitters liegen.

1. Legen wir vier Kugeln von gleichem Radius auf einer horizontalen Ebene so nebeneinander, daß sie sich gegenseitig berühren, und ihre Mittelpunkte ein Quadrat bilden, legen dann ein zweites gleiches Quadrat von vier Kugeln so auf das erste, daß die Kugelmittelpunkte des zweiten Quadrats genau senkrecht über den Kugelmittelpunkten des ersten liegen, so bilden die Mittelpunkte der Kugeln ein einfach kubisches Gitter.

2. Schalten wir zwischen diese beiden Schichten eine andere so ein, daß die Kugelmittelpunkte der eingeschalteten Schicht genau senkrecht über den Mittelpunkten der Quadrate der unteren Schicht liegen, so bilden die Mittelpunkte der Kugeln ein doppelt kubisches Gitter.

3. Legen wir drei gleiche Kugeln so nebeneinander, daß sie sich berühren und ihre Mittelpunkte ein gleichseitiges Dreieck

bilden, legen dann eine vierte Kugel so darüber, daß ihr Mittelpunkt genau senkrecht über dem Schwerpunkt des gleichseitigen Dreiecks liegt, so bilden die vier Kugelmittelpunkte ein reguläres Tetraeder. Errichten wir ferner in der Mitte der vier Tetraederflächen Lote auf diesen und bringen vier weitere Kugeln so an, daß sie die drei Kugeln der betreffenden Tetraederseite berühren, so liegen die neuen Mittelpunkte in den genannten Loten. Das Gesamtsystem der Kugelschwerpunkte bildet ein vierfach kubisches Gitter.

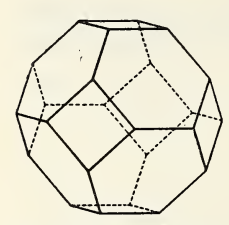


Fig. 5. Kubooktaeder.

Das doppelt kubische Gitter kann nicht nur in zwei sich durchdringende einfach kubische, sondern auch in vier sich durchdringende vierfach kubische Gitter zerlegt werden.

Der von den nächstbenachbarten Gitterpunkten begrenzte Raum, der „Elementarkörper“ bildet bei dem einfach kubischen Gitter ein Hexaeder, beim doppelt kubischen ein Granatoeder, beim vierfach kubischen ein Kubooktaeder (Fig. 5).

Betrachten wir den regulären Würfel als ein Rhomboeder R_w, so ist der Elementarkörper des einfach kubischen Gitters wieder ein Rhomboeder R_w, der Elementarkörper des doppelt kubischen Gitters ist dann aber $-\frac{1}{2}R_w$, der des vierfach kubischen Gitters $+ 4R_w$.

Umgeben wir die Punkte eines regulären Gitters mit kongruenten Paralleloedern, welche sich gegenseitig berühren, so nennt man diese Paralleloeder die „Molekelsphäre“ des betreffenden Punktes.

Bilden die Molekelschwerpunkte ein einfaches Gitter, so ist die (primäre) „Molekelsphäre“ ein Hexaeder; bilden die Schwerpunkte ein doppelt kubisches Gitter, dann ist die Molekelsphäre ein Kubooktaeder, bilden sie ein vierfach kubisches Gitter, so ist die primäre Molekelsphäre ein Granatoeder. Hexaeder, Granatoeder und Kubooktaeder sind die drei einzigen regulären Körper, welche sich lückenlos nach allen Richtungen aneinander legen lassen.

Bravais und die Mehrzahl der späteren Autoren waren der Ansicht, daß eine Fläche um so häufiger vorkomme, je dichter sie mit Massenpunkten besetzt sei. Bei dem einfach kubischen Gitter sind dann die Würfelflächen, beim doppelt kubischen die Granatoeder-, beim vierfach kubischen die Oktaederflächen am häufigsten zu erwarten. Aus der relativen Häufigkeit des Auftretens nicht nur der genannten, sondern auch der übrigen einfachen Formen läßt sich unter der gemachten Voraussetzung ein Rückschluß auf das zugrunde liegende Raumgitter ziehen.

Setzt man das Volumen der drei regulären Körper = 1, so ist

	die Oberflächengröße der Molekelsphäre	der Durchmesser der eingeschriebenen Kugel
beim Würfel	$= 3 \times 2{,}00000$	$\sqrt[6]{1}$
Granatoeder	$= 3 \times 1{,}78180$	$\sqrt[6]{2}$
Kubooktaeder	$= 3 \times 1{,}62671$	$\sqrt[6]{\frac{27}{16}}$

Bei derselben Größe des Volumens der Molekelsphäre ist also der Durchmesser der eingeschriebenen Kugel für das Granatoeder der größte, während die Oberfläche des Kubooktaeders den kleinsten Wert hat. Fedorow[1] schließt aus der Flächenausbildung, daß bei den Kristallen die Tendenz im Sinne einer minimalen Oberfläche der Molekelsphäre zum Ausdruck komme, weil die Tendenz bestehe, die Molekelschwerpunkte nach einem doppelt kubischen Gitter zu ordnen und daß „keineswegs die Tendenz zu möglichst kompakter Lagerung die maßgebende" sei.

Von der Ansicht ausgehend, daß die einfachste Anordnung für Molekelschwerpunkte z. B. von ZnS, also auch für die Atome Zn, diejenige nach dem regulären Tetraeder sei, vermutete dagegen Verf.[2], daß die Zinkatome bei der Zinkblende und die Si-Atome beim Cristobalit ein vierfach kubisches Gitter bildeten.

Verf. vertritt die Ansicht, daß für die Flächenausbildung die Leichtigkeit der Anpassung der primären Atombereiche an die Punktabstände der regulären Gitter nach den betreffenden Richtungen maßgebend sei und bei allen Kristallen das gleiche Punktsystem zugrunde liegen könne, daß dieses aber nicht mit dem System der Atomschwerpunkte übereinstimmen müsse. Für die Oktaederfläche wäre somit die Anpassungsmöglichkeit an die Punktabstände in den Richtungen g und l maßgebend, für die Würfelflächen in den Richtungen h und g. Das Verhältnis der Abstände der Gitterpunkte in den Richtungen $g : h$ ist beim einfach und beim doppelt kubischen Gitter $= 1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} = 1 : 0{,}7071$, beim vierfach kubischen Gitter $= 1 : \sqrt{2} = 1 : 1{,}4142$. Das Verhältnis der Abstände der Gitterpunkte innerhalb einer oktaedrischen Schicht in der Richtung einer Granatoedernormalen g und einer Leucitoedernormalen l ist bei allen drei regulären Gittern gleich, $g : l = \mathrm{tg}\ 30^0 : 1 = 0{,}57735 : 1$.

Entsprechend dem von Fedorow abgeleiteten Resultate, daß das doppelt kubische System das bevorzugte sei, legte Verf. bei den kristallisierten Formen von SiO_2 und FeS_2 das doppelt kubische Gitter, als Wirkungssphäre also das Kubooktaeder zugrunde.

Der Zusammenhang des zentrischen oder azentrischen chemischen Moleküls mit der Polarität der Oktaedernormalen ließ dann

---

[1] Über das kompakteste regelmäßige Kugelsystem. Zeitschr. f. Krist. 1897. **28**. 236.

[2] Sphalerit und Wurtzit. Zeitschr. f. Krist. 1908. **44**. 252.

weiter die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß das System der O-Atome durch Verschiebung in der Richtung der Oktaedernormalen aus dem System der Si-Atome abzuleiten sei. Dasselbe gilt bezüglich der Fe- und S-Atome beim Pyrit.

Bezeichnen wir die Verbindungslinie der Schwerpunkte der zu einem Molekül vereinigt gedachten Atome als Molekülachse, so sind die Molekülachsen bei den genannten Kristallen den Oktaedernormalen parallel. Entsprechend können wir die Verbindungsgeraden zwischen dem Atomschwerpunkte und den Schwerpunkten der zugehörigen Elektronen als „Achsen des Ions" oder als „elektrische Achsen" bezeichnen. Ein zwei- oder dreiatomisches Molekül möge als zentrisch gelten, wenn die beiden Achsenenden die Schwerpunkte gleichartiger Atome sind, ohne Rücksicht auf eine etwaige Polarität des Ions oder des Atoms. Nehmen wir an, die Atome seien weder durch Punkte noch durch Kugeln darstellbar, dann können wir auch bestimmte „Achsen des Atomes" annehmen.

Die aus den Atomgewichten berechneten Werte $R_n : R_o$ der tetragonal kristallisierenden Dioxyde der vierten Reihe des periodischen Systems sind bei der Mehrzahl annähernd $= 0,666 \ldots$; da nach Vorigem $R_{Si} = 0,5634$, $R_O = 1$, so nimmt Verf. an, daß die Annäherung des Wertes R_{Si} an den Wert $\operatorname{tg} 30^0 = 0,57735$ der Grund sei, daß Quarz, Tridymit und Pyrit trigonale Deckachsen besitzen.

Die Molekülachsen können bei den doppelt kubischen Gittern nur in dreifach verschiedener Weise auf den entsprechenden Oktaeder- oder besser Tetraedernormalen derart verteilt werden, daß keine der vier Normalenrichtungen vor der andern bevorzugt ist und der oktaedrische Charakter bewahrt wird. Dieselben sind in den Fig. 6, 7, 8 und 9 dargestellt; die durch die Kugelmittelpunkte gehenden Stäbe stellen die Richtung der Molekülachsen dar.

1. Betrachten wir die Netzlinien, welche nur einer der vier trigonalen Achsen parallel gehen, und schreiten auf einer solchen fort, so sollen die Molekelachsen, deren Molekelschwerpunkte auf dieser Achse liegen, alle parallel orientiert sein. Bei einem Viertel dieser Netzlinien stimmt die Richtung der Molekelachsen mit der betreffenden Netzlinie überein, bei den anderen verteilen sich diese Richtungen auf die drei anderen Oktaedernormalen. Die ersteren, die bevorzugten Netzlinien, sind dreizählige Deckachsen auch in bezug auf die Orientierung der Molekelachsen. Dabei sind zwei Fälle denkbar: entweder schneiden sich je vier Molekelachsen in einem Molekelschwerpunkt, welcher auf einer dreizähligen Deckachse liegt, Anordnung t_{2a} (Fig. 6), oder die Molekelachsen sind windschief, Anordnung t_{2b}.

Die Anordnung t_{2a} besitzt drei sich unter 120^0 schneidende dreizählige Deckachsen enthaltende Spiegelebenen. Bei der Anordnung t_{2b} haben die dreizähligen Deckachsen axialen Charakter.

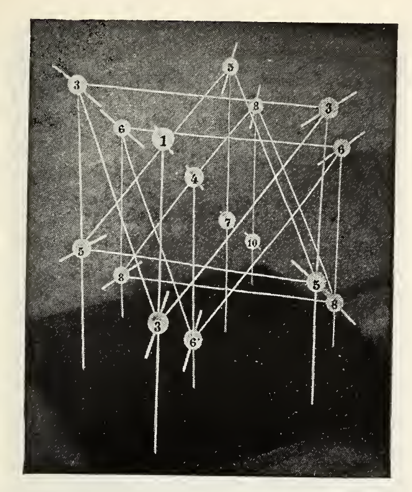


Fig. 6. t_{2a}.

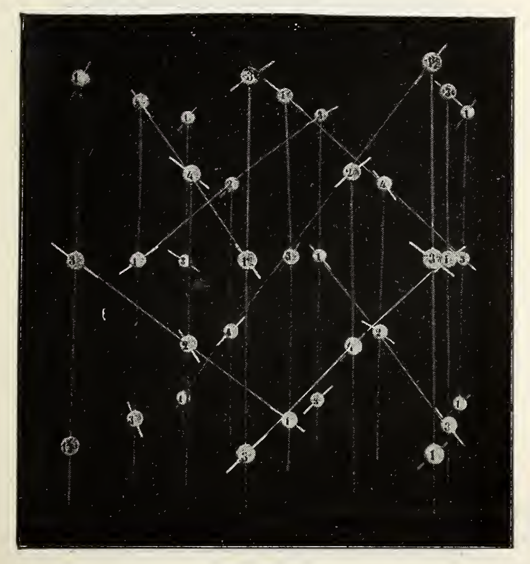


Fig. 7. p_2.

2. Die Anordnung besitzt in bezug auf die Molekelachsen vier Scharen von windschiefen dreizähligen Deckachsen, welche den vier Oktaedernormalen parallel gehen. Anordnung p_2 (Fig. 7). Diese Anordnung wurde vom Verf. dem Pyrit zugeschrieben.

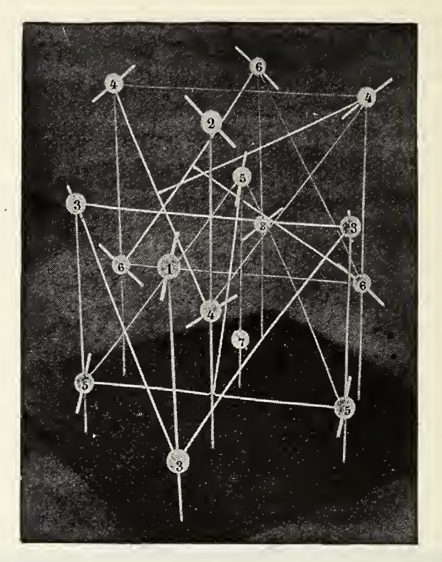


Fig. 8. q_{2L}.

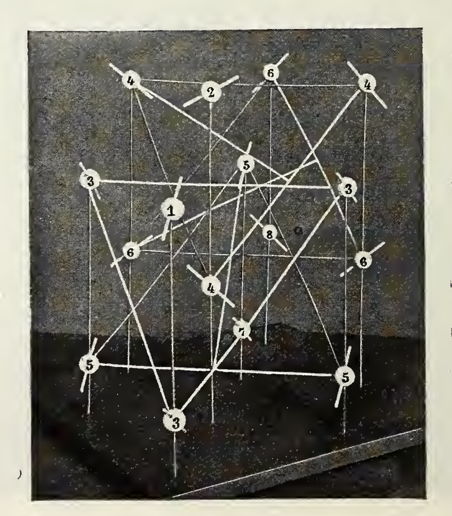


Fig. 9. q_{2R}.

3. Innerhalb einer oktaedrischen Netzlinie ändert sich die Orientierung der Molekelachsen nicht (Fig. 8 und 9). Diese Anordnung ergibt nach jeder der vier Oktaedernormalen optisch zweiachsige Molekularschichten, welche schraubenförmig angeordnet

sind. Fig. q_{2R} gibt eine rechte, Fig. q_{2L} eine linke Schraubung. Der Betrag der optischen Drehung müßte für diese beiden Anordnungen von der Richtung unabhängig sein. Verf. führte auf diese Anordnung q die Struktur des Quarzins und des Quarzes zurück.

Während das System der Molekelschwerpunkte die Symmetrie der regulären Syngonie besitzt, wird diese durch die Orientierung der Molekelachsen gestört.

Bei der Anordnung t_2 ist eine der vier Oktaedernormalen dadurch vor den drei anderen bevorzugt, daß parallel derselben eine Schar von Netzlinien dreizählige Deckachsen sind.

Bei der Anordnung p_2 sind zwar vier Scharen von asymmorphen Deckachsen vorhanden, welche den Oktaedernormalen parallel gehen, aber die Hauptachsen sind weder Deck- noch Schraubenachsen.

Bei der Anordnung q_2 ist eine der Hexaedernormalen zweizählige Schraubenachse, nicht aber die beiden anderen.

Wenn die bevorzugten Oktaeder- oder Hexaedernormalen zwischen den bei regulärer Symmetrie gleichwertigen Richtungen wechseln, so muß an der Grenze eine Inhomogenität eintreten, welche durch einen geringeren Grad der Kohäsion in die Erscheinung treten kann. Verf. neigt zu der Ansicht, daß die Spaltebenen solche Homogenitätsgrenzen sind, an welchen entweder die Molekülachsen oder die elektrischen Achsen ihre Richtung ändern.

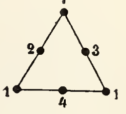


Fig. 10.

Die Anordnung q_2 zerfällt in vier vierfach kubische Gitter q_4, jedes dieser Gitter q_4 enthält nur gleich orientierte Molekelachsen. Die Anordnung t_2 zerfällt in vier vierfach kubische Gitter t_4; jedes Gitter t_4 enthält wieder alle vier Orientierungen der Molekelachsen und zerfällt in vier einfach kubische Gitter t_1, von welchen jedes nur eine Art von Molekelachsen hat. Fig. 10 gibt die Orientierung der vier Molekelachsen von t_4 in einer oktaedrischen Schicht. Die Anordnung p_2 zerfällt in vier vierfach kubische mit t_4 identische Gitter p_4; jedes Gitter p_4 hat alle vier Orientierungen der Molekelachsen.

Nach dieser vom Verf. abgeleiteten Strukturtheorie, „deren grundlegende Mitteilungen den Beobachtungen von W. L. und W. H. Bragg um mehrere Jahre vorausgehen, wurden die Abstände der Massenpunkte als Funktionen der Atome und die Atome als die Elemente der Kristallstruktur nachgewiesen“ [1] und dabei bemerkt: „Die Beziehung der Atome zu den einzelnen Kubooktaedern kann in verschiedener Weise gedacht werden, und es läßt sich zurzeit noch nicht mit Sicherheit entscheiden, welche der nachstehenden Möglichkeiten verwirklicht ist [2].“

---

[1] Kristalloptik. p. 583.
[2] Ebenda. p. 584.

Man kann annehmen, 1. daß je drei oder sechs chemische Moleküle zu einem Kubooktaeder gehören,

2. daß nur ein Molekül dazu gehört.

In einer späteren Mitteilung[1] wurde dann aber nachgewiesen, daß am wahrscheinlichsten die Annahme ist, daß zu je einem Atom mehrere Kubooktaeder gehören.

Die beiden Annahmen, daß z. B. beim Tridymit und bei der Zinkblende ein doppelt kubisches Gitter der Struktur zugrunde liege, daß aber die Anordnung der Zn- bezw. Si-Atome nach einem vierfach kubischen Gitter erfolge, stehen dann tatsächlich nicht in Widerspruch.

3. Die von W. H. und W. L. Bragg mit Hilfe der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen abgeleiteten Atomanordnungen.

W. H. Bragg leitete für das System der Si-Atome beim Quarz ein dreiseitig prismatisches Gitter ab (Fig. 11). Er konnte anfangs keine Reflexe an der Basis bekommen, später fand er schwache Reflexe, und schloß aus diesen Beobachtungen, daß drei einander durchdringende Gitter von der gegebenen Form vorhanden

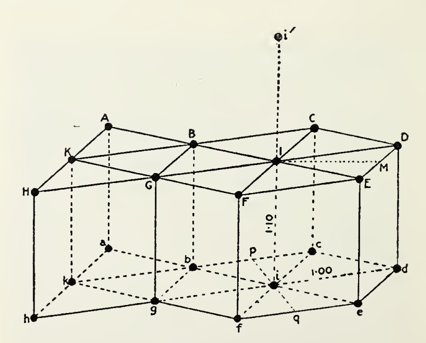


Fig. 11.

seien, welche durch eine Schraubenbewegung ineinander übergeführt werden können und von welchen das eine dem Si-, die beiden anderen den O-Atomen entsprechen. Das dreiseitig prismatische Gitter hat nach Bragg das Achsenverhältnis 1 : 1,100, entspricht also dem Achsenverhältnisse der geometrischen Form.

W. L. Bragg leitete für Pyrit die asymmorphe Anordnung π (Fig. 12) ab. Hienach stellen die Fe-Atome ein vierfach kubisches Gitter dar.

---

[1] Dies. Centralbl. 1917. p. 108.

Derselbe Autor leitete für die Zinkblende die in Fig. 13 dargestellte Atomanordnung ab. Die Zn-Atome bilden, entsprechend der schon früher vom Verf. ausgesprochenen Annahme, ein vierfach kubisches Gitter. Durch dieses wird der ganze in Fig. 11 dargestellte Würfel in acht Teilwürfel zerlegt. Das System der S-Atome erhält man aus dem System der Zn-Atome durch Schiebung

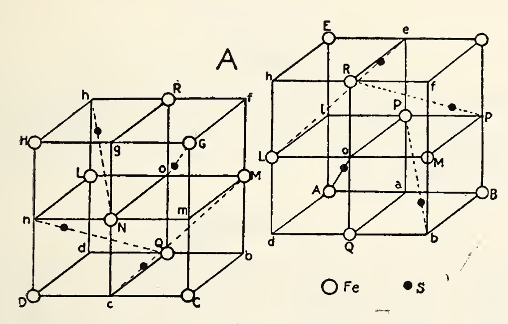


Fig. 12.

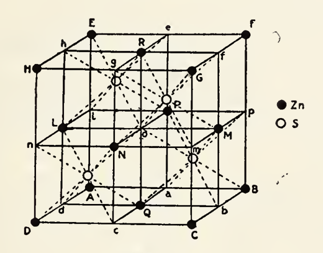


Fig. 13.

nach einer Oktaedernormalen, und zwar um den Betrag $\frac{1}{4}o_4$, so daß die sämtlichen Punkte S in je einem Mittelpunkte eines Teilwürfels liegen, in welche der in Fig. 13 dargestellte Würfel zerfällt; aber nur die Hälfte der acht Teilwürfel ist in der gedachten Weise besetzt.

Für Tridymit und Cristobalit liegen bisher keine Untersuchungen mittels Durchleuchtung vor.

Die Bragg'schen Modelle lassen weder die Beziehungen zwischen Quarz und Pyrit erkennen, noch die Beziehungen des Quarzes zum regulären System. Ferner ergibt sich aus dem Bragg'schen Modell des Quarzes optische Drehung nur für Strahlen parallel zur Hauptachse. (Schluß folgt.)

Künstliche Schiebung im Rutil.

Von **A. Grühn** und **A. Johnsen**.

Mit 2 Textfiguren.

Inhalt.

Einleitung p. 366. — Künstliche Schiebung mit den beiden Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (\bar{1}01)$ p. 367. — Natürliche und künstliche Rutilschiebung p. 369. — Zur Struktur des Rutils p. 370. — Schlußbetrachtungen p. 373.

Einleitung.

O. Mügge[1] hat es wahrscheinlich gemacht, daß die manchen Rutilkristallen von Blumberg bei Adelaide u. a. parallel $\{101\}$ eingelagerten Zwillingslamellen infolge von Schiebungen mit den beiden Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ entstanden und somit durch natürliche Drucke erzeugt sind.

Daher versuchten wir, solche Schiebungen durch künstliche Drucke zu bewirken; wir preßten nach der früher[2] beschriebenen Modifikation der Tresca'schen Methode jedesmal einen Rutilkristall, indem wir ihn innerhalb eines stählernen Hohlzylinders in Schwefelpulver einstampften und dann einen gut abgedichteten Stahlstempel mittels hydraulischer Presse in den Hohlzylinder hineintrieben. Der Pressungsdruck oder Hauptdruck lag also in Richtung der Stempelachse und betrug 10 000—30 000 Atmosphären, während die auf andere Richtungen im Schwefelpulver verteilten Drucke geringer, aber nicht meßbar waren. Jener Hauptdruck wurde binnen einer Stunde erreicht, worauf wir den Kristall mit Schwefelkohlenstoff aus dem Schwefel herauslösten.

Die Rutilindividuen zeigten Wachstumsflächen von $\{110\}$, $\{100\}$, $\{101\}$ und $\{111\}$ sowie Spaltungsflächen von $\{110\}$; sie waren von Natur oder durch Anspalten oder durch einseitiges Anschleifen tafelig // (110) oder // (100) oder // (101). Der Hauptdruck wurde senkrecht auf diese Tafeln ausgeübt, die 1—3 mm dick, sowie 3—5 mm lang und breit waren. Wir preßten 16 Kristallfragmente; zwei derselben, Präparate XV und XVI, waren „Monte? Albrua am St. Gotthard" etikettiert, während die 14 übrigen von Blumberg bei Adelaide stammten. Von 2 Präparaten wurde nach der Pressung ein Dünnschliff angefertigt.

---

[1] O. Mügge, dies. Centralbl. 1902. p. 72.

[2] A. Johnsen, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. p. 500. 1914.

Künstliche Schiebung mit den beiden Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (\bar{1}01)$.

Nach der Pressung zeigten alle 16 Kristalle auf ihren ebenen glatten Flächen Systeme paralleler Streifen, deren Zahl bis über 10 pro 1 mm betrug und deren Breite von der Größenordnung μ bis 10 μ war. Die Streifen waren öfters von einer Kristallfläche

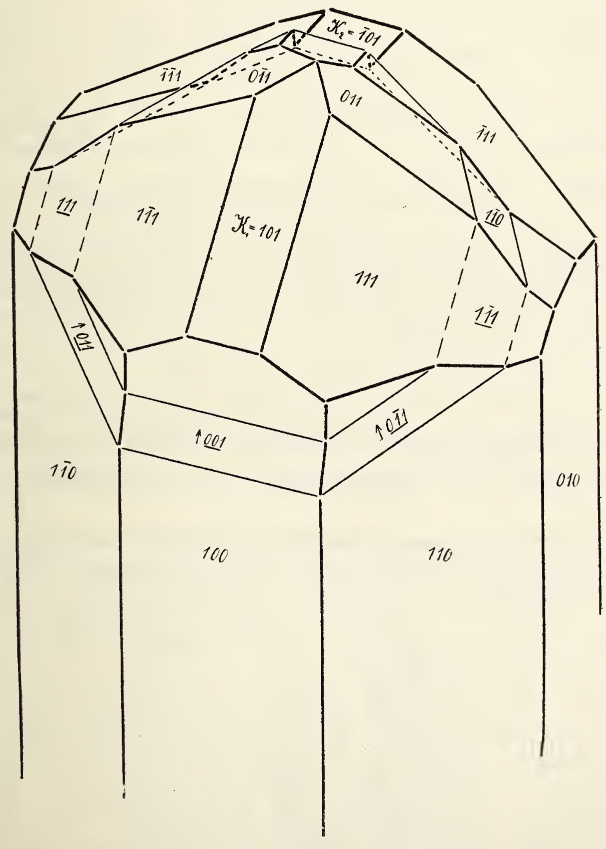


Fig. 1.

auf eine anstoßende zu verfolgen und entsprachen nach ihrem Verlauf Lamellen, die // $\{101\}$ eingelagert sind. Es ergaben sich folgende Winkel, deren Berechnung der Miller'sche Wert $c = 0{,}64415$ zugrunde liegt. Die Spur der // (101) eingelagerten Lamellen bildet auf den Flächen $(f_1\ f_2\ f_3)$ mit den Kanten $[k_1\ k_2\ k_3]$ die Winkel w:

$(f_1\ f_2\ f_3)$	$[k_1\ k_2\ k_3]$	∢ w gemessen	∢ w berechnet	Präparat No.
(110)	[001]	65° 46′ ± 20′	65° 31′	I
„	„	65 54 ± 24	„	II
„	„	65 23 ± 26	„	IV
„	„	66 1 ± 44	„	V
(100)	„	89 25 ± 50	90° 0′	VII
$(\bar{1}01)$	$[(\bar{1}01),\ (011)]$	49 40 ± 24	49° 57′	XV

Der Winkel zwischen Kristallfläche (h k l) und gekipptem Flächenstreifen $\underline{(h'\ k'\ l')}$ war nur auf ganz glatten Flächen (h k l) zu messen. Der Sinn der Kippung war auf sämtlichen Flächen aller 16 Präparate entgegengesetzt demjenigen, der sich aus den Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ (s. Einleitung) ergibt. Sinn und Winkel weisen vielmehr, wie Fig. 1 veranschaulicht, auf ein Deformationsellipsoid mit den Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (\bar{1}01)$ hin.

Hiernach geht jede Fläche (h k l) über in $\underline{(h'\ k'\ l')}$, wo $h' : k' : l' = l : \bar{k} : h$ ist; also wird (110) zu $\underline{(0\bar{1}1)}$ und umgekehrt, (100) liefert $\underline{(001)}$ und $(\bar{1}01)$ behält seinen Charakter. Die folgende Tabelle enthält die Kippungswinkel φ der Flächenpaare (h k l), $\underline{(h'\ k'\ l')}$:

(h k l), $\underline{(h'\ k'\ l')}$	∢ φ gemessen	∢ φ berechnet	Präparat No.
(110), $\underline{(0\bar{1}1)}$	22° 19′ ± 29′	22° 27′	XIII
„ „	22 8 ± 40	„	I
„ „	21 21 ± 1° 5	„	II
„ „	22 15 ± 1 51	„	IV
„ „	22 26 ± 54	„	VI
„ „	23 0 ± 1 23	„	IX
„ „	22 38½ ± 22	„	X
„ „	22 47 ± 1 43	„	XII
„ „	22 29 ± 53	„	XV
„ „	22 21 ± 36	„	XVI
$(0\bar{1}1)$, $\underline{(110)}$	21 18 ± 13	„	„
(100), $\underline{(001)}$	23 46 ± 1 59	24° 25½′	VII
$(\bar{1}01)$, $\underline{(\bar{1}01)}$	49 12 ± 2 36	48° 51′	XV

Die in der Tabelle vermerkten Flächen (110) waren nur an den Präparaten XV und XVI Wachstumsflächen, sonst Spaltungs-

flächen. Alle Präparate außer No. XIII gaben am Goniometer nur Schimmerreflexe.

Ein Dünnschliff von Präparat XI, der // (100) orientiert war, ließ Streifen von der Breite μ erkennen, die in zwei Scharen zerfielen. Die einen zeigten elliptische Polarisation und verliefen parallel der Spur von (101), da ihre Längsrichtung mit [001] einen Winkel von $90^0\,30' \pm 40'$ gemessen, $90^0\,0'$ berechnet bildete; die andern löschten aus und verliefen // (011), denn die Auslöschungsrichtung [010] des Hauptkristalls und diejenige der Lamellen bildeten $\sphericalangle\,\vartheta$ bzw. ϑ' mit der Streifenrichtung, wo $\vartheta = 33^0\,15' \pm 30'$ gemessen, $\vartheta' = 34^0\,15' \pm 1^0\,15'$ gemessen, $\vartheta = \vartheta' = 32^0\,47'$ berechnet wurde.

Natürliche und künstliche Rutilschiebung.

Für unsere künstliche Rutilschiebung ergibt sich demnach $\sphericalangle\,(K_1, K_2) = \sphericalangle\,\big((101), (\bar{1}01)\big) = 65^0\,34\tfrac{1}{2}'$; hieraus findet man die Größe der Schiebung $s = 2\,\mathrm{ctg}\,(K_1, K_2) = 0{,}908$ und die Hauptachsen des Deformationsellipsoides $a = \mathrm{ctg}\,\frac{(K_1, K_2)}{2} = 1{,}552$; $b = 1$; $c = \frac{1}{a} = 0{,}644$.

Dagegen liefert die natürliche Rutilschiebung $\sphericalangle\,(K_1, K_2) = \sphericalangle\,\big((101), (30\bar{1})\big) = 84^0\,34\tfrac{1}{4}'$; $s = 0{,}190$; $a = 1{,}100$; $b = 1$; $c = 0{,}909$.

Die Gleitrichtung der künstlichen Schiebung ist also derjenigen der natürlichen entgegengesetzt; der Gleitbetrag der ersteren ist 4—5mal so groß als derjenige der letzteren und größer als alle bisher an Kristallen ermittelten s-Werte.

Die von Mügge an Rutilen von Blumberg gemessenen Winkel zwischen Kristalloberflächen und Lamellenoberflächen stimmen gut mit Mügge's Annahme der beiden Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ überein, ebenso die später an analog lamellierten Zinnsteinen von Selangor auf Malakka durch Johnsen [1] festgestellten Winkel. Auch waren die Lamellen jener Rutile und Zinnsteine auf (110) des Hauptkristalls von $(\underline{12\bar{1}})$, auf (011) von $(\underline{32\bar{1}})$ begrenzt, d. h. von Flächenarten, die dem Hauptkristall völlig fehlten; {121} ist an Rutil und Zinnstein überhaupt noch nicht beobachtet worden.

Dazu kommt, daß (301) an manchen Rutilen und zuweilen auch an künstlichem Zinnstein als Zwillingsebene fungiert, was erfahrungsgemäß Schiebungen mit $K_2 = (301)$ besonders wahrscheinlich macht.

[1] A. Johnsen, dies. Centralbl. 1908. p. 426.

Wäre die zweite Kreisschnittsebene der natürlichen Rutilschiebung nach $K_1 = (101)$ nicht $(30\bar{1})$, sondern $(\bar{1}01)$, so würde (011) in $\underline{(1\bar{1}0)}$ statt in $\underline{(32\bar{1})}$ und (110) in $\underline{(0\bar{1}1)}$ statt in $\underline{(12\bar{1})}$ übergegangen sein wie bei den künstlichen Schiebungen; eine nachträgliche, durch Fortwachsung oder Auflösung bewirkte Umwandlung von $\underline{(1\bar{1}0)}$ in $\underline{(32\bar{1})}$ bzw. von $\underline{(0\bar{1}1)}$ in $\underline{(12\bar{1})}$ ist aber überaus unwahrscheinlich, da $\{110\}$ und $\{011\}$ im Gegensatz zu $\{321\}$ und $\{121\}$ die häufigsten und größten Flächen von Rutil und Zinnstein darstellen.

Schließlich müssen wir erwähnen, daß im Rutil vielleicht auch künstliche Schiebungen, wenn auch vereinzelt, den Kreisschnittsebenen (101) und $(30\bar{1})$ statt (101) und $(\bar{1}01)$ zu folgen scheinen; wenigstens traten an Präparat No. 1 auf (110) parallel zahlreicheren, breiteren Streifen, die bei $+ 22^0\, 8' \pm 40'$ reflektierten, einige schmälere auf, die bei $- 6^0\, 15' \pm 12'$ ein deutliches Intensitätsmaximum ihrer Schimmerreflexe aufwiesen.

Nach alledem darf man wohl annehmen, daß im Rutil Gleitungen nach der Gleitfläche $K_1 = (101)$ nicht nur mit $K_2 = (\bar{1}01)$, sondern auch mit $K_2 = (30\bar{1})$ erfolgen können.

Zur Struktur des Rutils.

O. Mügge[1] zeigte, daß durch Schiebungen mit $K_1 = (101)$ nebst $K_2 = (30\bar{1})$ ein tetragonales Gitter nicht in sich selbst übergeht, wenn das Netz in der Ebene der Schiebung, also in (010), primitive Rechtecke aufweist; somit kann weder die Form $\{110\}$, $\{001\}$, noch die Form $\{100\}$, $\{001\}$ ein primitives Gitterparallelepiped des Rutils darstellen; ebenso kann $\{100\}$, $\{001\}$ kein raumzentriertes Parallelepiped sein. Also bliebe nur die Möglichkeit, daß die Form $\{110\}$, $\{001\}$ ein raumzentriertes Parallelepiped darstellt.

Wir wollen nun untersuchen, ob irgendwelche durch dieses raumzentrierte Parallelepiped $\{110\}$, $\{001\}$ gekennzeichneten tetragonalen Gitter durch Schiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ in sich deformiert werden. Hierzu genügt es nicht, lediglich das Netz in der Ebene der Schiebung, also in (010), zu untersuchen; vielmehr müssen auch die nicht // (010) verlaufenden Gitterlinien berücksichtigt werden. Daher wenden wir die neun Gleichungen der Gitterschiebung[2] an.

Ist, auf ein primitives Parametertripel bezogen, die Gleitfläche $K_1 = (h\,k\,l)$ und die Grundzone $\sigma_2 = [u\,v\,w]$ oder die Gleitrichtung $\sigma_1 = [u\,v\,w]$ und die zweite Kreisschnittsebene $K_2 = (h\,k\,l)$, so müssen z_1 bis z_9 ganzzahlig und teilerfremd sein, wo

---

[1] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XIV. p. 308. 1901.

[2] A. Johnsen, dies. Centralbl. 1916. p. 121.

$$
\text{(I)} \quad \begin{cases}
z_1 = \dfrac{hu - kv - lw}{hu + kv + lw}, & z_2 = \dfrac{2ku}{hu + kv + lw}, \\
z_3 = \dfrac{2lu}{hu + kv + lw}, & z_4 = \dfrac{kv - lw - hu}{hu + kv + lw}. \\
z_5 = \dfrac{2lv}{hu + kv + lw}, & z_6 = \dfrac{2hv}{hu + kv + lw}, \\
z_7 = \dfrac{lw - hu - kv}{hu + kv + lw}, & z_8 = \dfrac{2hw}{hu + kv + lw}, \\
z_9 = \dfrac{2kw}{hu + kv + lw}. &
\end{cases}
$$

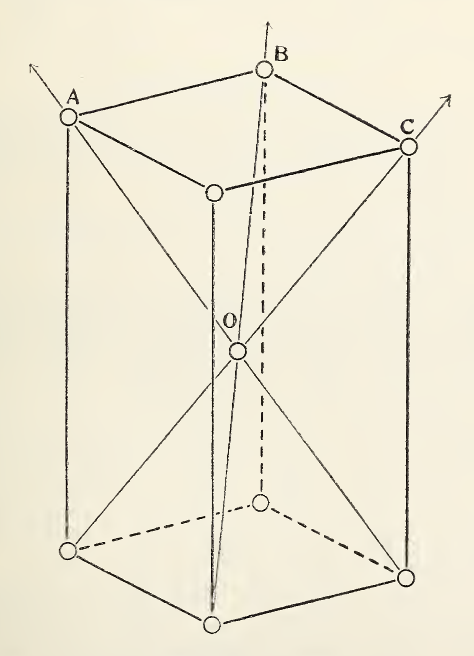


Fig. 2.

Wir beziehen die Indizes auf das primitive Parametertripel OA, OB, OC der Fig. 2, die ein raumzentriertes Prisma $\{110\}$, $\{001\}$ veranschaulicht. Setzen wir also $[0\bar{\lambda}\mu] = X = [100]$, $[\bar{\lambda}0\mu] = Y = [010]$, $[0\lambda\mu] = Z = [001]$ und machen (001) zur Einheitsebene (111), dann gehen über $(\mu\bar{\mu}\lambda)$ in (100), (100) in (010), $(\mu\mu\lambda)$ in (001) und (001) in (111). Folglich erhalten die Gleitfläche $K_1 = (101)$ und die Grundzone $\sigma_2 = [103]$ die neuen Symbole $(hkl) = \left(1, \frac{\mu-\lambda}{\mu}, 1\right)$, bzw. $[uvw] = \left[\frac{3\lambda+\mu}{\mu}, \bar{2}, \frac{3\lambda+\mu}{\mu}\right]$

Setzen wir diese 6 Indizes für h, k, l, u, v, w in die Gleichungen I ein, so gehen diese über in

$$(\mathrm{I}\,\alpha)\quad \begin{cases} z_1 = \dfrac{\mu-\lambda}{4\lambda}, & z_2 = \dfrac{\mu^2+2\lambda\mu-3\lambda^2}{4\lambda\mu}, & z_3 = \dfrac{3\lambda+\mu}{4\lambda}, \\ z_4 = -\dfrac{\lambda+\mu}{2\lambda}, & z_5 = -\dfrac{\mu}{2\lambda}, & z_6 = -\dfrac{\mu}{2\lambda}, \\ z_7 = \dfrac{\mu-\lambda}{4\lambda}, & z_8 = \dfrac{3\lambda+\mu}{4\lambda}, & z_9 = \dfrac{\mu^2+2\lambda\mu-3\lambda^2}{4\lambda\mu}. \end{cases}$$

Bedenkt man, daß λ und μ als Indizes des Symbols $(\mu\,\mu\,\lambda)$ teilerfremd sein müssen, und daß wegen $z_1 = \frac{\mu-\lambda}{4\lambda}$ offenbar λ ein Faktor von μ ist, so folgt $|\lambda| = 1$ und somit $|z_1| = \frac{\mu-1}{4}$; folglich muß μ ungerade sein; dagegen verlangt $z_5 = -\frac{\mu}{2\lambda}$, daß μ gerade ist. Also werden z_1 bis z_9 nicht sämtlich ganzzahlig, d. h. kein Gitter der betrachteten Art ist einer reinen Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ fähig.

Folglich ist überhaupt kein einziges tetragonales Gitter durch Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ deformierbar.

Da nun, wie man auch die Atome des Rutils zu Atomkomplexen zusammenfaßt, die Schwerpunkte dieser Komplexe (Molekeln oder Ionen) wieder ein oder mehrere tetragonale Gitter bilden müssen, so ergibt sich, daß weder die Atome noch die Schwerpunkte irgendwelcher Atomkomplexe des Rutils während seiner natürlichen Schiebungen nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ geradlinige (ihrem Abstand von der Gleitfläche K_1 proportionale) Wege durchlaufen können. Diese natürliche Rutilschiebung muß also sehr eigentümlicher Art und von Schiebung im mechanischen Sinne erheblich verschieden sein[1].

Wollte man dem Rutil eine geringere als tetragonale Symmetrie zuschreiben, so müßte wegen seiner morphologischen und physikalischen Eigenschaften das Gitter doch als pseudotetragonal, also als einem tetragonalen Gitter affin, betrachtet werden, so daß Gitterschiebung nach wie vor ausgeschlossen wäre; unter allen rhombischen Gittern z. B. würden nur diejenigen beiden eine Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ gestatten, in welchen die Rutilform (101), ($\bar{1}$01), (010), bzw. (301), (30$\bar{1}$), (010) ein primitives Parallelepiped definiert; ein solches Gitter ist aber nicht pseudotetragonal.

---

[1] Anm. während der Korrektur: Letzteres gilt auch für die Schiebung, die O. Mügge soeben am tetragonalen Zinn bewirkte (dies. Centralbl. p. 233. 1917).

Wendet man die Gleichungen (I) auf die *künstliche* Rutilschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (\bar{1}01)$ an, so ergibt die Annahme reiner Gitterschiebung, daß die Form $\{100\}$, $\{001\}$ sowohl ein primitives als auch ein raumzentriertes Gitterparallelepiped sein kann, daß dagegen $\{110\}$, $\{001\}$ nur als raumzentriertes, nicht aber als primitives Parallelepiped fungieren darf. Die horizontalen und die vertikalen Kanten des genannten Quaders $\{100\}$, $\{001\}$ müßten sich wie a : c des Rutils verhalten; an obigem raumzentrierten Prisma $\{110\}$, $\{001\}$ wäre das Längenverhältnis zwischen Basisdiagonale und vertikalen Kanten wie a : c.

Es sind also drei verschiedene, und zwar genau definierte tetragonale Gitter zu einer Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (\bar{1}01)$ befähigt.

Schlußbetrachtungen.

Der *experimentelle* Teil vorstehender Arbeit ergab, daß in Schwefelpulver festgestampfte Rutilkristalle unter einem Pressungsdruck von 10 000—30 000 Atmosphären Schiebungen nach Gleitflächen (101) eingehen, daß hierbei aber als zweite Kreisschnittsebene nicht, was für die *natürlichen* Rutilschiebungen höchstwahrscheinlich zutrifft, $(30\bar{1})$, sondern $(\bar{1}01)$ fungiert. *Hiermit sind zum ersten Male einer und derselben Gleitfläche zwei verschiedene Deformationsellipsoide zugeordnet.*

Im *theoretischen* Teil wurde gezeigt, daß im ganzen drei verschiedene, genau definierte Gitter unsere *künstliche* Rutilschiebung als reine Gitterschiebung zulassen; daß dagegen in keinem einzigen tetragonalen Gitter eine der *natürlichen* Rutilschiebung entsprechende Gitterschiebung mit den Kreisschnittsebenen (101) und $(30\bar{1})$ eintreten kann. Somit muß dem letztgenannten Schema $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ ein sehr eigentümlicher, von reiner Schiebung recht verschiedener Vorgang entsprechen, bei dem weder die Atome noch die Schwerpunkte irgendwelcher Atomkomplexe (Molekeln oder Ionen) geradlinige Bahnen beschreiben.

Die *Ursache des Unterschiedes* zwischen den *künstlichen* und den *natürlichen* Rutilschiebungen kann unseres Erachtens nur in den Druckverhältnissen gesucht werden. Bei unseren Versuchen übertraf der einseitige Hauptdruck die andersgerichteten Drucke erheblich mehr als in der Natur. Das liegt z. T. daran, daß Schwefelpulver statt kompakter Gesteinsmasse als Einbettungsmittel diente, z. T. daran, daß die Drucksteigerung von 1 bis 10 000 oder 30 000 Atmosphären binnen einer Stunde statt innerhalb von Jahrtausenden vor sich ging. Je langsamer solche Pressung sich vollzieht, desto gleichmäßiger und stabiler wird die Druckverteilung. Bei langsamerem Druckzuwachs und gleichförmigerer Druckverteilung tritt also die kompliziertere, aber durch

geringere Schiebungsgröße ausgezeichnete (natürliche) Schiebung auf, bei schnellerem Druckzuwachs und weniger gleichmäßiger Druckverteilung die einfachere, aber durch größeren Gleitbetrag charakterisierte (künstliche) Schiebung. Die letzteren Druckbedingungen sind in der Natur kaum je gegeben, die ersteren hinwiederum lassen sich experimentell nicht verwirklichen. Die natürliche Rutilschiebung mag auch durch erhöhte Temperatur begünstigt worden sein.

Als wir einen zu pressenden Rutilkristall statt mit Schwefelpulver mit einer Alaunschmelze umgaben, die zu einem viel kompakteren Medium erstarrt als es Schwefelpulver ist und somit eine mehr gleichmäßige Druckverteilung bedingte, erfolgte bei einem ⊥ (110) gerichteten Pressungsdruck von über 20 000 Atmosphären keinerlei Schiebung.

Dagegen ist die Richtung des einseitigen Hauptdruckes ziemlich belanglos, denn in der Natur herrschen an Ort und Stelle zu verschiedenen Zeiten verschiedene Druckrichtungen, und auch in unsern Experimenten war der Pressungsdruck bald ⊥ (110), bald ⊥ (100), bald ⊥ (101) gerichtet.

Mein Schlußwort zu den Angriffen der Herren Branca und Pompeckj gegen mich und meine Richtung in der Paläontologie.

Von **Otto Jaekel.**

Zur Sache brauchen wir wohl kaum noch zu diskutieren. Ich will nicht mehr als das, was anderwärts für die Paläontologie längst erreicht ist und dort bereits ausgezeichnete Früchte trägt. Neuen Fächern Bahn zu schaffen ist nicht leicht, besonders in so fest gefügten Verhältnissen, wie sie bei uns vorliegen. Vor etwa 100 Jahren erreichte die Mineralogie ihre Selbständigkeit gegenüber der Chemie, vor etwa 60 Jahren kämpfte Beyrich in Berlin denselben Kampf für die Geologie gegenüber der Mineralogie, und nun konnte wohl die Paläontologie hoffen, endlich auch in unserem Lande an einigen Stellen freie Bahn für Forschung und Lehre zu erlangen. Das wäre nach meiner Kenntnis der Sachlage einige Jahre vor dem Kriege wohl auch geschehen, wenn nicht in letzter Stunde geologische und persönliche Strömungen wieder die Oberhand gewonnen hätten. Darüber länger zu streiten hat wenig Wert. Schließlich wird ja wohl das, was schon in mehreren kleinen Staaten möglich war, auch im großen Deutschland gelingen, und ich hoffe nur, daß bis dahin die eigentliche, d. h. die morphologische und physiologische Paläontologie im Lande der Entstehung dieses Faches nicht gänzlich ausgestorben sein wird. So etwas geht schneller, als man meint; denn wenn in einer Richtung gar

nichts zu erhoffen ist, dann sind es gewöhnlich die eifrigsten, die auf andern Wegen ihr Heil versuchen. Dafür könnte ich als Belege deutlich redende Briefe einstiger Jünger der Paläontologie vorführen, die sich bei der absoluten Aussichtslosigkeit unseres Faches anderen biologischen Arbeitsgebieten zuwandten.

Selbstverständlich habe ich niemals, wie meine Gegner fortgesetzt trotz aller Proteste angeben, die Brücken zur Geologie abbrechen wollen oder gar die Berechtigung faunistisch-paläontologischer Forschungen bestritten, nur stehen diese letzteren zu der spezifischen Paläontologie in demselben Verhältnis wie faunistische Forschungen zu der — sagen wir kurz — akademischen Zoologie. Zudem brauchen wir uns um diesen Zweig der Paläontologie zunächst wirklich kaum zu sorgen, da er in Deutschland auf eine große Zahl geologischer Stellen gestützt ist und in diesen voraussichtlich noch auf lange Zeit hinaus vielseitige Pflege finden wird.

Herrn Pompeckj brauche ich auf seine Berichtigungen nur noch wenig zu erwidern. Zur Sache behauptete er, daß meine Hinweise auf die Gliederung der paläontologischen Lehrstühle in Wien unrichtig seien, und beruft sich dazu auf einen Brief von Eduard Suess, daß in Wien der Ordinarius der Paläontologie auch die historische Geologie lese. Wenn das gelegentlich der Fall war, so muß dieses Übergangsstadium jedenfalls weit zurückliegen, denn wie mir Herr Schaffer aus Wien nach dem Lesen des Pompeckj-schen Aufsatzes schrieb, habe der Ordinarius für Paläontologie höchstens aushilfsweise historische Geologie gelesen; seit 1913 habe er als Geologe den Lehrauftrag für diese als „Geologie der Sedimente“, vorher habe der Ordinarius für Geologie diese Vorlesung gehalten. In Wien sind also Geologie und Paläontologie ganz getrennt und genau so besetzt, wie ich es vorgeschlagen habe und keineswegs so, wie Herr Pompeckj die Teilung wünscht. Damit erledigen sich auch entsprechende Behauptungen Branca's, die obige Angaben Pompeckj's aufnehmen und mit weiteren Irrtümern versehen. In Wien bestehen an der Universität zwei volle Ordinariate und ein Extraordinariat für Paläontologie der Tiere, andere Stellen für Paläontologie der Pflanzen. In ganz Deutschland gibt es dagegen meines Wissens bisher nur einen Lehrauftrag allein für Paläontologie, und zwar an einer technischen Hochschule. Bei dieser Sachlage ist es wohl müßig, die Betrachtungen Branca's näher zu prüfen, mit denen er aus dem Verhältnis des Flächeninhaltes zu der Zahl der geologischen bezw. paläontologischen Stellen in verschiedenen Ländern samt ihren Kolonien ein glückliches Dasein der deutschen Paläontologie herausrechnet (dies. Centralbl. 1916, p. 304—310). Auch Herrn Branca's Warnungen vor den verhängnisvollen Gefahren einer Errichtung selbständiger paläontologischer Museen können auch in ihrer neuen Aufmachung nicht zu einer Widerlegung reizen.

Herr Pompeckj hatte in seinen ersten Angriffen gegen meine Richtung in der Paläontologie behauptet, daß mich eine Entfremdung von der Geologie dazu gebracht hätte, die wichtigen Dinosaurierfunde von Halberstadt für jurassisch zu erklären. Seine Worte mußten jedem Leser den Eindruck machen, daß ich einen solchen Irrtum literarisch oder mindestens öffentlich festgelegt und erst durch seine Belehrung aufgegeben hätte. Er unterstreicht den Vorwurf, der in dieser Anschuldigung lag, jetzt noch durch die Bemerkung, daß jeder halbwegs ausgebildete Student der Geologie über die Altersbestimmung der typischen bunten Mergel als oberen Keuper nicht im Zweifel hätte sein können. Ich hatte seinem Vorwurf gegenüber von einer böswilligen Verleumdung gesprochen und Herr Pompeckj ist nun daraufhin mit seinen Belegen für seine Beschuldigungen herausgekommen. Das erste dieser zwei sehr bemerkenswerten Dokumente soll eine mündliche private Mitteilung von mir an ihn gewesen sein. Er fügt hinzu: „Natürlich wird Jaekel das jetzt voll Entrüstung ableugnen. Ich kann mich auch nicht entsinnen, ob in Hörweite ein Zeuge zugegen war." Diese „Ableugnung" habe ich zum Glück nicht nötig, denn ich hatte etwa drei Monate vor jenem Gespräch in Berlin in der Deutschen Geologischen Gesellschaft im März 1910 einen Vortrag über die neuen Dinosaurierfunde in der Trias von Halberstadt gehalten, und in dem betreffenden Sitzungsprotokoll, das bekanntlich sofort gedruckt wird, steht Jahrgang 1910, Monatsberichte p. 271, für jeden klar und deutlich nachzulesen, daß es sich um Plateosauriden aus dem obersten Keuper handele. Und nun behauptet Herr Pompeckj, noch die Worte zu wissen, mit denen ich ihm zwei oder drei Monate später — er war bei mir, als ich im Sommer 1910 das dritte Exemplar ausgrub — das liassische Alter der Fundstelle behauptet hätte! Fast ebenso eigenartig ist das andere Beweisstück des Herrn Kollegen, es ist der Ausschnitt eines anonymen Zeitungsartikels einer Halberstädter Zeitung, der nach einer Mitteilung der Redaktion von einem Halberstädter Herrn T. und mir stamme, und nun behauptet Herr Pompeckj kurzweg, daß der betreffende Passus über die geologischen Verhältnisse im Süden von Halberstadt von mir herrühre. Welchen Anteil soll wohl jener Halberstädter Herr an dem Artikel gehabt haben, etwa die den zweiten Teil desselben bildenden Hinweise darauf, daß die Präparation und Erhaltung solcher fossilen Skelette äußerst schwierig sei und der Fund deshalb in ein Zentralmuseum gehöre! Selbstverständlich hatte ich diesen Beitrag zu jenem Artikel geliefert, denn darauf kam zunächst, abgesehen von den Bergungsarbeiten, in jenen ersten Tagen meines Halberstädter Aufenthaltes alles an, und da ich in dieser Hinsicht sehr erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden hatte, so beschränkte ich mich darauf, den Halberstädter Herren betreffs der Altersbestimmung nur meine Bedenken zu äußern, bis ich zur Klarstellung

dieser Frage Zeit fand; das war auch nach einigen Tagen angestrengter Bergungsarbeiten und schwieriger Verhandlungen der Fall. Zur Rechtfertigung der Halberstädter Geologen möchte ich übrigens noch bemerken, daß die charakteristischen „bunten Tone“ erst später bei dem Abbau der Grube zutage traten. Zuerst waren unter den sandigen Schichten, die vielleicht schon dem Rhät angehören, nur graue Tone aufgeschlossen. Etwas ähnliche graue Tone finden sich nahe bei unserem Fundort in dem unteren Lias des Kanonenberges in Halberstadt, wo zufällig darüber auch sandige Schichten des Cardinien-Horizontes liegen. Da war also ein Irrtum der dortigen Herren erklärlich, zumal die geologische Karte des nördlichen Harzvorlandes an dem Dinosaurierfundort Lias angab, und die von Herrn Torger zuerst nach Berlin an das geologisch-paläontologische Institut und Museum gesandten Dinosaurierknochen als Plesiosaurierreste bestimmt worden waren[1]. Daß ich die Fundschicht wenige Tage nach meinem Eintreffen Ende Oktober 1909 als Keuper erkannt hatte, beweist ein Brief des Herrn Torger vom 6. November 1909 und ein Protokoll der Museumskommission in Halberstadt vom 1. November desselben Jahres, in denen meine Funde als Plateosauriden (*Gresslyosaurus*) erwähnt werden.

Das sind die typischen Keuper-Dinosaurier, und da soll ich noch im nächstfolgenden Sommer Herrn Pompeckj von dem jurassischen Alter der Reste gesprochen haben!

Ich kann mich bei diesem Tatbestande nun wohl jeglichen Urteils über das Vorgehen und die Beschuldigungen des Herrn Kollegen Pompeckj enthalten.

Daß Herr Pompeckj meine Bemühungen um die Begründung und Richtung der Paläontologischen Gesellschaft anders ansieht als ich, ist selbstverständlich sein unbestreitbares Recht, und daß er von seinem Standpunkte aus der geologischen Seite der Paläontologie mehr Einfluß zuweisen wollte als ich, dem es zunächst darauf ankam, sie gerade von dem Gängelbande der Geologie auch bei uns frei zu machen, wird jeder verstehen. Es handelte sich aber in dieser Sache meinerseits um einen Einspruch gegen die Mittel, die Herr Pompeckj für seinen Zweck anwandte. Hierbei spielte auch die Frage, ob Herr Abel in den Vorstand gewählt würde, eine sehr bedeutende Rolle. Es handelte sich dabei nicht nur um ihn und seine Wiener Schule, sondern um die physiologische Richtung in unserem Fache, deren Hauptvertreter er ist. Deshalb wünschte ich sehr seine Mitwirkung, die er mir unter Zurückstellung seiner eigenen Pläne auch vorher zusagte, falls es mir gelänge,

[1] Herr Branca behauptete, daß die recht auffällige Bestimmung des distalen Gelenkendes eines Dinosaurier-Femur als Plesiosaurier-Rest in seinem Institut von einem meiner Schüler herrührte. Auch diese Anschuldigung wird durch den mir vorliegenden Originalbrief aus Berlin widerlegt.

ihm und seiner Richtung einen maßgebenden Einfluß in der Gesellschaft zu sichern. Das war es, worum ich auf den ersten Versammlungen unserer Gesellschaft in Greifswald und Halberstadt gekämpft habe, und was an Einwänden des Herrn Pompeckj scheiterte. Auch das konnte noch wie ein Kampf um Richtungen in der Paläontologie aussehen. Nun aber schrieb Herr Pompeckj Herrn Abel, wie lebhaft er es bedaure, daß Abel bei uns nicht mitwirken wolle, das wäre „schon Jaekel's wegen" doch sehr wünschenswert gewesen (!). Da wurde ich also nun gegen Herrn Abel ausgespielt, und jetzt nach Jahren löste sich endlich durch meine Verteidigung gegen Herrn Pompeckj die Verstimmung, die Herr Abel seit dieser Zeit gegen mich hegte. Herr Pompeckj wird wohl kaum behaupten, daß er diese Trennung von uns so ganz unbewußt erregt habe und jedenfalls durfte sie ihm bei der Verfolgung seiner Ziele sehr zustatten gekommen sein.

Herr Pompeckj suchte bei jeder Gelegenheit mein Bestreben, die biologische Richtung in der paläontologischen Gesellschaft zur Geltung zu bringen, als persönliche Neigung und Herrschsucht meinerseits hinzustellen und es sich zum besonderen Verdienst um die Gesellschaft anzurechnen, daß er meinem Einfluß in derselben möglichst entgegen arbeitete. Wenn dieser wirklich für unser Fach so bedenklich wäre, dann würden sich wohl nicht fast alle namhaften Paläontologen der Welt meiner Gründung angeschlossen haben, noch bevor die Gesellschaft und die von mir vorher begründete Zeitschrift Beweise ihrer Leistungsfähigkeit erbringen konnten. Daß mich dieses Vertrauen der Kollegen verpflichtet, die von mir eingeschlagene Richtung festzuhalten und energisch zu verteidigen, bis die Gesellschaft aus den Fährlichkeiten ihrer ersten Entwicklungsjahre hinaus ist, bedarf wohl bei allen, denen es lediglich auf die Förderung unseres Faches ankommt, keiner näheren Begründung. Würden wir aber, wie es Herr Pompeckj will, unsere Gesellschaft und Zeitschrift in das geologisch-faunistische Fahrwasser zurückleiten, so hätten wir, wie Eberhard Fraas sehr richtig betonte, auf ihre Gründung verzichten können.

Herr Branca leitet seine durch 4 Hefte dieses Centralblattes fortlaufenden Angriffe gegen mich mit der Behauptung ein, daß er von mir angegriffen, ja sogar beschimpft worden sei. Demgegenüber konstatiere ich, daß ich Herrn Branca nie angegriffen habe, sondern nur zu einigen wenigen Punkten seiner Behauptungen rein sachlich Stellung nahm. Ich vertrete meine Auffassungen über Ziele und Wege paläontologischer Forschungen seit dem Jahre 1893 in der Öffentlichkeit [1], und habe mich, das gebe ich zu, auch während ich

---

[1] Über die Beziehungen der Paläontologie zur Zoologie. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. in Göttingen 1893 (Leipzig, Engelmann. 1894). Dort steht z. B. p. 80: „Daß der Hauptwert der Fossilien in ihnen selbst liegen

in Berlin Untergebener des Herrn Branca war, von meiner Überzeugung nicht abbringen lassen. Ich meine, das ist mein gutes Recht, um so mehr, als der von mir vertretene Standpunkt außerhalb unserer Grenzen längst anerkannt ist. Ich habe aber erst nach meinem Weggange von Berlin, und zwar auf ausdrückliche Anregung von höherer Stelle, meine Ansicht von neuem öffentlich begründet.

Wenn sich Herr Branca mit Herrn Pompeckj soweit identifiziert hat, daß er meine Abwehr gegen den letzteren ebenso auf sich bezieht und „Anwürfe Jaekel's gegen uns" nennt, so ist das eine Verkoppelung von Interessen, mit denen ich nichts zu tun habe. Auch seine Hinweise auf einen Streit, den ich vor 15 Jahren mit Herrn Prof. L. Plate betreffs meiner dem Darwinismus scharf gegenüber gestellten Ansichten über Entwicklungslehre hatte, hat mit den uns hier beschäftigenden Fragen nicht das geringste zu tun. Auf weitgehende Übertreibungen dieser Angelegenheit will ich daher auch nicht näher eingehen.

Herr Kollege Branca hat nun die Angriffe gegen mich, die Herr Pompeckj zuerst noch sachlichen Gesichtspunkten untergeordnet hatte, zum Gegenstand schärfster persönlicher Angriffe gemacht, die nahezu 100 Seiten umfassen. Das ist wohl ein Novum in der Wissenschaft, noch mehr aber, daß Herr Branca bei diesen Angriffen mit absolutester Einseitigkeit verfährt. Er hat aus meinen ca. 140 Publikationen die Punkte herausgesucht, die er für falsch hält. Kein Wort von ihm wird der sonstigen Bedeutung der herangezogenen Arbeiten gerecht. Was an ihnen gut und schlecht ist, das wird wohl erst die Zukunft entscheiden, und ich hoffe, deren Entscheidung noch dadurch günstig beeinflussen zu können, daß ich doch noch einmal in die wissenschaftliche Lage versetzt werde, größere von mir begonnene Arbeiten zu Ende zu führen und dabei viele neue Gesichtspunkte, die ich bisher nur gelegentlich andeuten

---

muß als Dokumenten der Entwicklung der Tierwelt, und daß ihre praktische Verwertung seitens der Geologie nur eine nebensächliche ist, welche mit ihrem inneren Wesen nichts zu tun hat" und „Der Schnitt muß unbedingt so gezogen werden, daß die Lehre vom Bau und der Entwicklung der Erde mit den Wissenschaften verschmolzen wird, welche sich das Studium der leblosen Stoffe und Kräfte zur Aufgabe gestellt haben; die Lehre aber vom Bau und der Entwicklung ihrer Bewohner bildet ein untrennbares Ganze, welches man als Ontologie bezeichnen kann. Paläontologie und Neontologie sind keine natürlichen Teile derselben, wohl aber Zoologie und Botanik." Ferner p. 82: „Das paläontologische Sammlungsmaterial ist an vielen Universitäten und Museen bereits ganz von dem der historischen Geologie dienenden Leitfossil-Sammlungen getrennt, und indem es zoologisch-botanisch angeordnet ist, von allen geologischen Gesichtspunkten losgelöst." Da sind also bereits alle die Gesichtspunkte betont, deren Vertretung 15 Jahre später Herr Branca als persönlichen Angriff gegen sich auffaßt.

konnte, im Zusammenhange darzustellen. Dann hoffe ich auch anderen, die meinen Anregungen zu neuen Ansichten wohlwollender gegenüberstehen, vieles in seinem Sinn und seiner Tragweite klar machen zu können, was ihnen wohl bisher nur eine problematische Bedeutung zu haben scheint. Das gilt z. B. von der Möglichkeit spontaner tiefgreifender Umbildungen, zu denen ich die Anregung in inneren Spannungen suchte, und die ja unabhängig von mir Hugo de Vries gleichzeitig durch seine botanischen Versuche tatsächlich, wenn auch in geringerem Umfange, als ich sie annehme, erwiesen hat.

Herr Branca führt als weiteres Beispiel meiner zwecklosen Phantasie meine Hypothese an, daß der Knorpel wesentlich ein embryonales Präformationsmittel des Knochens sei und daher nicht die stammesgeschichtliche Bedeutung besitze, die ihm in der vergleichenden Anatomie und Zoologie zugeschrieben wurde. Herr Branca hat ganz recht, wenn er sagt, daß ich mit solchen Behauptungen „das diametrale Gegenteil von dem bisher als richtig Erkannten" lehre, aber er hat übersehen, daß diese Auffassung inzwischen von sehr kompetenten Beurteilern in der Anatomie bereits angenommen ist, und von Herrn von Ebner-Wien schon bei der Eröffnung der Anatomen-Versammlung in Leipzig 1911 als eine der bemerkenswerten Neuerungen in der anatomischen Wissenschaft hervorgehoben wurde[1].

Über die Genese des Innenskelettes stehen sich die Auffassungen ja seit langer Zeit scharf gegenüber. Meine vorläufig und gelegentlich hierzu geäußerten Anschauungen nehmen in wichtigen Punkten einen vermittelnden Standpunkt ein und knüpften immer an beobachtete Tatsachen an. Sie waren also nicht gänzlich unbegründet, wie Herr Branca sagt, aber freilich unbewiesen. Das werden solche Arbeitshypothesen ja wohl immer bleiben, schlimm ist es nur, wenn sie zu unantastbaren Lehrmeinungen erstarren. Gegen solche muß ich leider oft angehen.

Herrn Branca's Angaben über „direktes Atmen eines Gehirns" sind durchaus entstellt. Zunächst diene folgendes zur Aufklärung des Tatbestandes. In einer Schrift „Über *Tremataspis* und Patten's Ableitung der Wirbeltiere von Arthropoden" (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1903. p. 84) hatte ich die eigenartige Ausbildung der Sinnesorgane am Kopf jenes silurischen Fisches besprochen und glaube dabei gegenüber der bisher ganz unsicheren Beurteilung seiner Organe die Lage der Nasen, Augen, des Parietalorganes und der Ohren klargestellt zu haben. Für das vorher ganz rätselhafte Organ hinter den Augen, deren bisherige Deutungen als Parietalorgan (Rohon) und Ohren (Patten) durch meine Unter-

[1] Verh. d. anatom. Ges. 25. Versammlung Leipzig. 1911. Gust. Fischer. p. 12, 13.

suchung unhaltbar geworden waren, fügte ich dann folgenden Satz an: „Ich möchte dabei den Gehirnanatomen und Physiologen die Frage vorlegen, ob eine danach zu vermutende Berührung der Rautengrube des Gehirns mit der Außenwelt vielleicht auf einen primitiven Gasaustausch des viel Sauerstoff verbrauchenden Gehirnes zurückgeführt werden könnte.“ Eine vorsichtigere Form der Annahme kann es doch wohl kaum geben. Herr Branca aber erwähnt von dieser Vorsicht nichts, sondern bezieht sich diesmal nur auf die Buchstaben, die zur Erklärung einer Textfigur dienten. Ein solches Zitieren als Basis schärfster persönlicher Angriffe dürfte wohl nicht nur mir, sondern auch anderen befremdlich erscheinen. Herr Branca aber vervollständigt es noch durch eine Angabe, die offenbar beweisen soll, daß ein Gehirnphysiologe jene Deutung von mir lächerlich gemacht habe. Tatsächlich hatte gerade dieser Herr meine Deutung als möglich bezeichnet und ist nach dem betreffenden Vortrage nur einem mir selbst entgangenen scherzenden Zwischenruf entgegengetreten, indem er darauf hinwies, daß selbstverständlich der Gasaustausch durch Vermittlung eines Gefäßgeflechtes erfolgt sein müßte. Ob im Hinblick auf jenes problematische Organ der wohl witzig sein sollende Hinweis des Herrn Branca auf die Fontanelle des menschlichen Schädels irgendwie angebracht war, lasse ich dahingestellt. Ähnlich mutet mich die Belehrung des Herrn Kollegen an, die er mir betreffs des Unterschiedes eines Wirbeltierfußes und einer Krebsgliedmaße erteilt. Ich hatte in einer Arbeit über die Entstehung der paarigen Gliedmaßen den umgekehrten Weg wie bisher eingeschlagen und versucht, das Skelett der Fischflosse aus dem des Tetrapodenfußes herzuleiten (Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1909. p. 707). Ob ich gegenüber allen bisherigen mißlungenen Versuchen, auf dem entgegengesetzten Wege zu einem befriedigenden Resultat zu kommen, meinerseits das Richtigere getroffen habe, wird sich wohl nicht so bald entscheiden lassen, jedenfalls mußte mich aber mein Gedankengang bei konsequenter Durchführung schließlich zu der Endfrage leiten, woraus denn überhaupt die Wirbeltierbeine hervorgegangen sein könnten. Das habe ich am Schlusse jener Arbeit mit aller möglichen Vorsicht getan, und Herr Branca übersieht im Eifer seiner Kritik, daß die Hypothese Gegenbaur's, der die Gliedmaßen aus Radien von Kiemenbögen ableitete, oder diejenige Balfour's u. a., daß sie aus Seitenfalten des Rumpfes entstanden, mindestens ebenso weitgreifende Hypothesen waren wie die meine. Ich schloß jene Schlußbetrachtung mit den Worten: „Ich bin selbstverständlich über den problematischen Charakter dieser Vergleiche nicht im Zweifel, denke aber, daß die oben angeführten Tatsachen geeignet sind, die Frage nach der Entstehung der paarigen Extremitäten aus dem bisherigen ergebnislosen Streit der Meinungen in aussichtsvollere Bahnen zu leiten.“

Ob Herr Branca unter anderem die Momente kritisch beurteilen kann, die mich veranlaßten, den Proatlas mit dem Schulterbogen in Beziehung zu bringen, glaube ich bezweifeln zu dürfen. Dazu muß man in die Metamerie des Wirbeltierkörpers tiefer eingedrungen sein und auch die neuen Momente objektiv würdigen können, die ich über die Zugehörigkeit der Kiemen zu der Occipitalregion des Schädels beibrachte, und die sehr gründliche anatomische Ergebnisse älterer Autoren weiterführten. Die rückwärtige Verschiebung der Kiemenregion und des Schultergürtels sind anerkannte Tatsachen, und nun liegt der Schluß wohl nicht so fern, daß der bisher in die Metamerie des Wirbeltierkörpers noch nicht eingereihte Schultergürtel, der sich bei niederen Wirbeltieren unmittelbar der Kiemenregion anschließt, dem ersten und einzigen Wirbel zugehörte, bei dem man bisher noch nie eine Spur peripherer Skelettanlagen gefunden hat. Solchen Forschungen gegenüber sind doch wohl höhnische Bemerkungen wie die hier von Herrn Branca gebrauchten recht wenig angebracht.

Weiter hat Herr Branca eine Anzahl von Fällen gesammelt, in denen ich meine Anschauungen geändert, oder wie er sagt, gewechselt hätte. Ob das grundsätzlich für oder gegen die Entwicklungsfähigkeit eines Forschers spricht, überlasse ich dem Urteil des Lesers und will auf die Belege für obige Anklage nur mit wenig Worten eingehen. Die Deutung der Vogelhand schließt sich in meinem Handbuch der Wirbeltiere 1911 noch dem damals herrschenden Standpunkt der vergleichenden Anatomie an, war aber von mir schon mit folgender Bemerkung begleitet: „Die Beurteilung der Flügelbildung ist insofern noch unklar, als wir nicht wissen, welche Finger das definitive distale Fingerskelett zusammensetzen.“ Eben wegen dieser Unklarheit nahm ich später dieses Problem meinerseits auf und kam nun zu einer anderen Auffassung, die einige inzwischen veröffentlichte, aber anders gedeutete embryologische Ergebnisse mit neuen paläontologischen Entdeckungen an dem Handskelett meiner Halberstädter Dinosaurier in Einklang brachte. Ob meine fortschreitenden Untersuchungen über diese Halberstädter und andere Dinosaurier einen Fortschritt gegenüber älteren Ansichten von anderen und von mir bedeuten, weiß ich nicht, und das scheint wohl auch Herrn Branca hierbei nebensächlich. Aber der „wiederholte Wechsel der Ansicht“, der doch die ganze Dinosaurierforschung der letzten 10 Jahre bewegt und in Fluß gebracht hat, scheint ihm bei mir äußerst bedenklich.

Daß ihm meine neuen Ansichten „Über den Bau des Schädels“ (Anat. Anzeiger 1913) in verschiedener Hinsicht unverständlich sind, will ich gern glauben, denn auch die hierin arbeitenden Anatomen werden, wie Herr Barfurth nach meinem Vortrage sagte, noch Schwierigkeiten haben, „sie in Einklang zu bringen mit unseren bisherigen Vorstellungen vom Primordialschädel“. Aber

er sowohl wie Herr von Froriep-Tübingen, der in der Diskussion einen von mir vermuteten Differenzpunkt unserer Ansichten zu meinen Gunsten berichtigte, sprachen sich nach jenem anatomischen Vortrag sehr freundlich über meine Theorie aus, die Zusammenhang in viele bisher rätselhafte Erscheinungen brächte und so manche bisherige Schwierigkeit beseitige. Und nun glaubt Herr Branca, die obigen Worte des Herrn Barfurth und die, wie gesagt, gänzlich mißgedeutete Bemerkung eines anderen Diskussionsredners betreffs jenes Gehirnorganes von Cephalaspiden als eine „ironische, vollständige Ablehnung dieser Hypothesen“ hinstellen zu dürfen. Da wäre für Herrn Branca doch zum allermindesten eine Rückfrage bei Herrn Barfurth am Platze gewesen! Nicht einmal diese Rücksicht glaubte Herr Branca einer solchen Behauptung mir gegenüber schuldig zu sein.

Daß die Abstammung der Wirbeltiere und Echinodermen zu den schwierigsten Kapiteln der Stammesgeschichte gehören, ist allgemein bekannt, und diese Tatsache hätte wohl allein schon davon abhalten sollen, meine darauf bezüglichen Publikationen auf Wechsel von Anschauungen, oder wie Herr Branca dort sagt, auf Widersprüche zu durchsuchen. Herr Branca glaubt solche in der Änderung meiner Vorstellungen von den hypothetischen Urformen der Wirbeltiere zu finden und durch Gegenüberstellung einzelner Punkte beweisen zu können. Hätte er sich nur einmal die Mühe gemacht, auf den Sinn des Wechsels meiner Anschauungen einzugehen, so würde er bemerkt haben müssen, daß ich mich schrittweise von der herrschenden Meinung freimachte, die Urformen der Wirbeltiere in schwimmenden Fischen zu sehen, dann würde er auch wohl gemerkt haben, wie viele triftige und übrigens von kompetenten Forschern anerkannte Gründe ich für meine Anschauungen nach und nach ins Feld geführt habe. Daß dabei nicht gleich ein fertiges neues Gebäude an die Stelle der älteren Hypothesen zu setzen war, sondern die Umrisse erst allmählich an Schärfe gewannen, ist doch wohl bei einer so schwierigen Materie ohne weiteres selbstverständlich, und hätte ihm gerade die Vorsicht beweisen können, die er mir absprechen zu dürfen glaubt. Daß er mir p. 282 sogar gesperrt entgegenhält: „Alle Spekulationen über die Phylogenie lediglich auf Grund des geologischen Alters der Erfunde“ hätten wenig Wert etc., beweist wohl schlagender als alles andere, daß er das Maß für eine kritische Betrachtung meiner Arbeiten gänzlich verloren hat, denn ich bin doch unbestreitbar einer der Hauptvertreter der morphologischen Richtung, und das war es ja gerade, was mir Herr Pompeckj als größten Mangel vorwarf, daß ich die Aufeinanderfolge des geologischen Auftretens darüber nicht genügend bewertete. Wem der beiden Herren soll ich es nun recht machen!

Auch im ersten Band meiner Stammesgeschichte der Pelmato-

zoen ist Branca eine Änderung gegenüber einer älteren Ansicht von mir aufgestoßen. Ich hatte früher, wie übrigens wohl alle Pelmatozoen-Forscher, die einfachst gebauten Formen, die sehr alten Thecoidea, als Ausgangspunkt der Pelmatozoen angesehen. Später fand ich dann in Prag in dem Barrande'schen Cystoideen-Material eine überaus interessante Form, die allerdings mit einem Schlage das ganze Bild der bisherigen Auffassungen in neuem Lichte erscheinen ließ und die Phylogenie der Pelmatozoen noch über die Thecoidea hinaus zurückzuleiten scheint. Auch diesen Wechsel meiner Ansichten nehme ich also ohne Erröten auf mich.

In meinem Handbuche der Wirbeltiere, in dem ich zum ersten Male den Versuch durchführte, die fossilen und lebenden Formen einheitlich zusammenzufassen, hatte ich selbstverständlich sehr große Schwierigkeiten zu überwinden, zumal mir das Arbeiten über solche größere Gebiete in Greifswald ganz außerordentlich erschwert ist. Herr Branca sucht nur die Fehler heraus; sie sind numeriert mit α bis μ. Er beanstandet, daß ich von Ohren spräche, wo es sich nur um das Gehörorgan handele. Er versteht also unter „Ohr" wohl nur die äußeren Ohrmuscheln, während ich damit das innen gelegene Gehörorgan meinte. Obwohl ich ausdrücklich hervorhebe, daß bei den „vierfüßigen" Urodelen die Beine teilweise rückgebildet sind, macht er den Einwand, daß *Siren* doch nur zwei Vorderfüße habe. In einer kurzen Handbuch-Definition kann man doch unmöglich alle Besonderheiten einzeln aufführen, und daß die Hinterbeine von *Siren* zurückgebildet sind, wird doch niemand bestreiten. Branca moniert ferner, daß ich den Schläfenbogen der Paratheria dem der Säugetiere gleichsetze. Das ist bisher allgemein geschehen, wenn auch nicht alle Fälle in dieser Hinsicht vollkommen geklärt sind. Auch der Phalangenformel wird allgemein große systematische Bedeutung beigemessen, und es muß doch wirklich komisch wirken, daß Herr Branca mir dazu entgegenhält, daß Herr G. Tornier zwei Jahre nach dem Erscheinen meines Buches eine andere Ansicht über den Wert der Phalangenzahl publiziert hätte. Er kritisiert den Ausdruck „wechselblütig". Es müßte „wechselwarm" heißen. Nun, ich glaube, daß der auch von mir verwendete Ausdruck in der zoologischen Literatur bisher noch nie Mißverständnisse erweckt hat. Selbst ein Druckfehler, der, wie er selbst sagt, dem Fachmanne ohne weiteres klar sei, muß herhalten, um den Schaden des Buches in den Händen von Studenten zu begründen. Der Setzerteufel hatte den „Blindwühlern" „verknöcherte" statt „verkümmerte" Augen zugeschrieben. Andere Einwände erklären sich aus der leider in Handbüchern unvermeidlichen Kürze der Diagnosen. Er bemerkt, daß nicht alle Eidechsen „Klettertiere" seien, nicht alle Schlangen einen walzenrunden Körper hätten, einige von ihnen nicht fußlos seien, sondern noch die der bekannten Rudimente hinteren Gliedmaßen hätten. Einige Einwände sind

natürlich berechtigt und werden wohl in einem Buche, in dem fast alle Diagnosen neu bearbeitet werden mußten, niemanden befremden, aber hat denn die Allgemeinheit an diesen Kleinigkeiten eines neuen Versuches wirklich Interesse! Solche Quisquilien befremden gewöhnlich schon in einer gründlichen Kritik, die ein Buch nach allen Richtungen und nach seinem Gesamtwerte beurteilt. Auch daß von den 280 Abbildungen dieses Buches 116 auf Grund eigener Forschungen neu gezeichnet sind, ist ihm einer Erwähnung nicht wert, daß aber eine von mir kopierte, bekannte, aber leider als Kopie nicht vermerkte Abbildung einen Mangel aufweist, das betont er und erörtert eingehend den Anteil der Schuld, der mich dabei träfe.

Im Interesse der Sache würde es doch wirklich genügt haben, mir jene Ausstände mitzuteilen oder mitteilen zu lassen. Ich wäre dafür gewiß dankbar gewesen, auch wenn ich die Berechtigung nicht in jedem Falle eingesehen hätte.

Über den Wert von Hypothesen werden die Meinungen in der Wissenschaft immer weit auseinandergehen, weil diese Frage je nach der persönlichen Veranlagung sehr verschieden beurteilt werden kann. Wer in der Hauptsache rezeptiv die Erscheinungen in sich aufnimmt, wird in der Gründlichkeit der Beobachtung die wesentlichste Aufgabe der Forschung erblicken. Wer durch seine Anlagen oder durch seine Forschungsgebiete mehr Veranlassung hat, die Erscheinungen in einen inneren Zusammenhang zu bringen, wird versuchen, sie auch in ihren äußersten Konsequenzen durchzudenken. Da werden tägliche Konflikte mit bestehenden Anschauungen die Erkenntnis begünstigen, daß viele Ansichten, mit denen wir täglich operieren, Vorurteile sind, die nur deshalb zu unantastbaren Lehrmeinungen wurden, weil sich seit ihrer Begründung niemand mehr die Mühe machte, ihre einstigen Unterlagen nachzuprüfen. Mich hat die Auffassung der Fossilien als Organismen der Vorzeit und das eifrige Bestreben, die Tatsachen der Paläontologie mit den Anschauungen der Zoologie, Embryologie und vergleichenden Anatomie in Beziehung zu bringen, naturgemäß zum Kritiker der auf diesen Gebieten auch oft hypothetisch gewonnenen Anschauungen gemacht. Wenn solche Bestrebungen aber einer Kritik im allgemeinen unterzogen werden, dann sollte meines Erachtens den objektiven Unterlagen für die hypothetischen Folgerungen größere Bedeutung zugemessen werden, als dies gewöhnlich und besonders seitens des Herrn Branca mir gegenüber geschieht. Herr Branca weiß doch besser als die meisten anderen Fachgenossen, welches Maß allein schon an sorgfältigster Präparation ich auf die Klarstellung von Fossilien verlege. Daß der hierdurch gewonnene Beobachtungsstoff mich schon vor groben Mißgriffen bewahren dürfte, liegt doch sehr nahe. Es dürfte wohl auch anderen weniger bedenklich erscheinen, daß meine Phantasie erst einsetzt, wenn meine Mikroskope und meine Präparationsnadeln versagen, als wenn beispielsweise Herr Branca in seiner Arbeit „Sind alle im Innern

von Ichthyosauren liegenden Jungen ausnahmslos Embryonen?" kurzerhand die längst auch in der Paläontologie allgemein bekannten Kehlringe liassischer Krokodile als Skelette verschluckter Jugendformen beschreibt und abbildet. Mein Hauptfehler liegt meines Erachtens auf einem andern Gebiete, der Benützung und Beachtung der Literatur. Ich habe es für die Forschung praktisch gefunden, erst meine eigenen Untersuchungen zu beenden, ehe ich nachlese, was andere darüber meinten. Das bietet den unleugbaren Vorteil, daß der Kampf mit dem Material durch Vorurteile möglichst wenig gestört wird. Es hat aber den Nachteil, daß dann im Drang vieler Arbeiten das Studium der Literatur oft zu kurz kommt. Da nun aber die ausgiebige Beachtung der älteren Arbeiten einen äußerst wichtigen Teil unserer literarischen Tätigkeit zu bilden scheint, so bin ich natürlich über den mir daraus erwachsenden Nachteil nicht im unklaren. In unserer jungen Wissenschaft ist aber noch so ungeheuer viel zu präparieren und zu erforschen, daß ich meine persönlichen Nachteile noch immer in Kauf nehme, um meine Kräfte den Objekten widmen zu können. In dieser Hinsicht vermisse ich im allgemeinen und persönlich besonders stark den Mangel einer praktischen Organisation unserer wissenschaftlichen Arbeit.

Wie in der ersten Schrift des Herrn Pompeckj sind auch in der des Herrn Branca ungünstige Äußerungen anderer Forscher über mich gesammelt und drastisch zusammengestellt. Aus der Paläontologie, wo ich doch nun unbestreitbar auf den verschiedensten Gebieten forschend eingegriffen habe, muß nun wieder die schon von Herrn Pompeckj reichlich ausgeschlachtete Bemerkung von Sam. Williston herhalten, in der er meinen unfreiwilligen Versuch einer systematischen Gliederung der ältesten, äußerst mangelhaft bekannten Tetrapoden mit einer kräftigen Redensart abweist. Ich meine, es müßten sich doch, wenn meine Forschungen wirklich so verfehlt wären, wie Herr Branca beweisen will, in meinem Hauptarbeitsfeld mehr Belege meiner Sünden finden, damit der eine nicht allzuoft aufgetischt zu werden braucht. Aus der Anatomie zitiert Herr Branca hier nochmals die oben schon erwähnten zwei gänzlich mißdeuteten Diskussionsbemerkungen zu einem Vortrag von mir über den Bau des Schädels in der anatomischen Gesellschaft. Herrn Ludwig Plate, dem er als Zoologen kurzweg die kritische Vernichtung „des phylogenetisch-embryologischen Teiles der Jaekel'schen Hypothesen" zuschreibt, obwohl sich Herr Plate gar nicht speziell als Phylogenetiker oder als Embryologe betätigt hat, vor allem als Darwinist gegen mich zu Felde zog und dabei ausdrücklich bemerkte, „von bleibendem Wert sind hingegen die direkten Beobachtungen an dem fossilen Material, namentlich an Pelmatozoen". Wenn Herr Branca am Schluß seiner Angriffe gegen meine Forschertätigkeit zu dem Ergebnis gelangt, daß ein Tiefstand der deutschen Paläontologie nur durch mich bezeichnet werde, so dürfte dieser höchste Trumpf wohl auch

die unserem Fache fernstehenden Leser des Neuen Jahrbuches für Mineralogie etc. über die Bewertung seiner Angriffe ausreichend aufklären.

Hiermit hoffte ich meine Abwehr in dem Kampfe der Herren Pompeckj und Branca gegen mich beschließen zu können, finde nun aber ebenfalls in diesem Centralblatte neue Angriffe von Herrn Guido Hoffmann, der noch vor einigen Monaten bei mir anfragte, ob er einen Coccosteiden nach mir benennen dürfte, und der nun der Beschreibung eines Stückes der Berliner paläontologischen Sammlung recht unvermittelt einige Ausfälle gegen meine Person einfügt, die mindestens in ihrer Tonart die vorher behandelten Angriffe noch übertreffen.

Zur Aufklärung über diesen Teil des Schlachtfeldes diene zunächst folgendes. Vor einigen Jahren hatte ich Herrn Guido Hoffmann, der damals in Greifswald studierte, ein neues Material russischer Placodermen zur Beschreibung übergeben, das mir von Petersburg aus zugesandt worden war, und habe ihn unter anderem auch darauf aufmerksam gemacht, daß in der Organisation der Asterolepiden eine Plattengrenze ihres Rumpfpanzers der Aufklärung bedürfe, die ich an einem Berliner Stück einst zu sehen glaubte, die aber von Herrn R. Traquair in Edinburgh nicht anerkannt worden war und mir selbst später fraglich wurde. Das betreffende Stück der Berliner Sammlung, das ich damals als abgebildetes Original-Exemplar Beyrich's präparatorisch nicht antasten durfte, ist nun Herrn Hoffmann von Herrn Branca zu dieser Klarstellung anvertraut worden, und diese hat nach den Angaben des Herrn Hoffmann gegen meine frühere Annahme entschieden. Daß ich damals ohne die Möglichkeit näherer Präparation den Schleimkanal für eine Plattengrenze hielt und den Kanal in der darüberliegenden Kante vermutete, wird durch Hoffmann's eigene Worte l. c. p. 494 wohl entschuldbar erscheinen. Er sagt 1909: „Der Schleimkanal ist eigenartig, weil er fast unter der Oberfläche der Platte verläuft, während bei allen sonstigen Funden die Schleimkanäle wie Rinnen in die Platten eingesenkt erscheinen." Herr Branca verweist hierauf jetzt in seiner Schrift p. 287 mit folgenden Worten: „Bei der leichten Unterscheidbarkeit dieser Seitenlinie von einer Naht und bei der sehr großen Wichtigkeit, die der Seitenlinie überhaupt zukommt, ist eine solche Verwechslung jedenfalls sehr überraschend." Auch hierzu ist wohl jeder Kommentar überflüssig! — Meine Auffassung war damals auch noch durch einen anderen Befund bestärkt worden, der bei einem schottischen *Pterichthys cornutus* die Seitenplatten an entsprechender Stelle zerlegt zeigte. Das kann natürlich ein Bruch und damit ein Zufall gewesen sein. Mir schienen aber jene Beobachtungen dafür zu sprechen, daß der Rumpfpanzer der Asterolepiden mit dem der Coccosteiden, mit dem er in anderen Teilen ganz auffallend übereinstimmt, auch in diesem Punkte har-

moniere. Daß mit obiger Annahme auch diese Konsequenz hinfällig wird, scheint mir weder für mich noch für die Wissenschaft irgendwie erschütternd, und Herr Hoffmann hatte diesen kleinen Beitrag zur Kenntnis der Asterolepiden auch 1909 mit aller sachlichen Ruhe und Bescheidenheit zum Ausdruck gebracht (Centralbl. 1909. p. 491). Hiermit stehen nun die beiden neuesten Publikationen des Herrn Hoffmann (dies. Centralbl. 1916. No. 17, p. 420 und No. 18, p. 444) in einem sehr auffallenden Gegensatz. Wie ich aus deren kurzen Andeutungen entnehme, baut er zwar — ohne dies übrigens irgendwie zu erwähnen — auf meinen für die Beurteilung der Organisation der Placodermen grundlegenden Feststellungen weiter, ist aber auf Grund jener Seitenlinie und einiger Beobachtungen über wechselnde Anlagerungsverhältnisse einiger Rumpfplatten zu der Überzeugung gelangt, daß er meine Ansichten über die Morphogenie der Placodermen „ad absurdum geführt" habe, meinen Stammbaum auf den Kopf stellen müsse, und sogar, wie er wörtlich schreibt, meine „Abstammungstheorie" gänzlich widerlegt habe. Herr Hoffmann gibt bei seinen Angriffen leider keine Zitate meiner Schriften, und da ich ziemlich viel über Placodermen geschrieben habe, und meine langjährigen Forschungen auf diesem Gebiete natürlich nicht nur ältere Auffassungen anderer, sondern auch meine eigenen Ansichten mehrfach modifiziert haben, so ist es für mich schwer, mich gegen seine allgemeinen Behauptungen über meine Ansichten zu rechtfertigen. Wenn er meinen „Stammbaum" der Asterolepiden meint auf den Kopf stellen zu müssen, so glaube ich annehmen zu dürfen, daß er sich auf meine einzige Spezialarbeit über Asterolepiden bezieht. In dieser ist nun von einem „Stammbaum" zwar keine Rede, aber die notwendige Erörterung der stammesgeschichtlichen Beziehungen der Asterolepiden ist mit folgenden Sätzen eingeleitet: „Die phyletische Stellung der Asterolepiden genau zu präzisieren, ist zurzeit leider noch nicht möglich", und nach Aufzählung der Schwierigkeiten folgt p. 58: „Es scheint mir vermessen, schon jetzt bei unserer mangelhaften Kenntnis der meisten dieser Formen eine morphogenetische Gliederung dieses ganzen Formenkreises vorzunehmen. Je größer das Interesse ist, das sich naturgemäß an diese ältesten Wirbeltiere — es handelt sich dabei nicht nur um die relativ jungen Asterolepiden, sondern um den ganzen Formenkreis der ältesten Panzerfische — knüpft, um so vorsichtiger sollte man in morphologischen Fragen ihnen gegenüber sein." Herr Hoffmann aber schreibt mir kurzerhand eine der seinigen entgegengesetzte Auffassung zu, um dann seinerseits in gesperrtem Satz emphatisch zu erklären: „Alle deszendenztheoretischen Betrachtungen über Asterolepiden haben, das möchte ich ausdrücklich festgestellt haben, nur paläontologischen Anregungswert." Daraus muß doch jeder Leser den Schluß ziehen, daß ich den Wert meiner Anregungen sehr überschätzt hätte, und Herr Hoffmann der vorsichtig abwägende Gelehrte sei. Tatsächlich

muß aber Herr Hoffmann doch seine Ansichten hierüber für absolut gesichert halten, daß er behaupten kann, die meinigen auf den Kopf stellen zu müssen, und daß schon die Verkümmerung des hinteren Schultergürtels von *Coccosteus* allein genüge, „um Jaekel ad absurdum zu führen“. Ich glaube, diese Zitate sprechen für sich. Was Herr Hoffmann mit der kurzen Bemerkung über den Schultergürtel von *Coccosteus*, den ich erst als solchen klargestellt habe, sagen will, ist nach obiger Bemerkung selbst mir als Placodermen-Spezialisten völlig unverständlich; ebenso ist nicht zu verstehen, was er mit dem darauffolgenden, auf mich bezüglichen Passus p. 421 meint: „Wenn er nur das Postnuchale bei seinen Reproduktionen, so wie er selbst es gefunden hat, uns mitgeteilt hätte! (Vermutlich hat er es für eine abgebrochene Spitze des Nuchale gehalten.)“ Selbst wenn ich annehme, daß Herr Hoffmann in dem eingeklammerten Satz irrtümlich das Gegenteil von dem, was er sagen wollte, geschrieben hätte, bliebe mir der sachliche Zusammenhang immer noch unverständlich. Der Vorwurf der Verwechslung einer Skelettplatte mit der abgebrochenen Spitze einer anderen, den mir seine Sätze aber in jedem Falle machen, nimmt sich einem Autor, der in der Berliner Sammlung das Riesenmaterial von Placodermen gesehen hat, das ich dort in etwa zehnjähriger mühevoller Arbeit zusammengebracht habe, ganz befremdlich aus. Er muß doch dort gesehen haben, daß ich Hunderte von Skeletten in sorgsamster Weise unter starken Vergrößerungen mit der Nadel präpariert habe — mein Wildunger Material, das ich der Berliner Sammlung überwiesen habe, umfaßt allein etwa 15 Schränke, und war von mir größtenteils zur Publikation fertig bearbeitet —, und da wagt Herr Hoffmann ohne nähere Aufklärung, ohne jedes Zitat, aus dem ich wenigstens seinen Vorwurf aufklären könnte, die oben zitierten Sätze niederzuschreiben! Herr Guido Hoffmann bringt es aber fertig, auch diesen Vorwurf kurzsichtigster Oberflächlichkeit in einer zweiten Mitteilung in dies. Centralbl. No. 18 p. 444 noch zu überbieten. Da dieselbe noch nicht eine Seite umfaßt und sachlich nur feststellen soll, daß er in der Berliner Sammlung eine Platte eines Asterolepiden aus Lüdenscheid gefunden habe, die für seine Ansicht spräche, so kann ihr Zweck offenbar nur in der mir beispiellosen Verdächtigung liegen, zu der er jenen Hinweis benützt. Er behauptet darin, daß ich dieses mir zugesandte Material absichtlich verschwiegen hätte, weil es gegen meine Ansicht betreffs jener vielerwähnten Plattengrenze spräche. Ich entsinne mich dieses kleinen Materials allerdings, aber nur deswegen, weil es mir als neues Vorkommnis von Placodermen im Rheinland bei meinen Wildunger Forschungen so wichtig erschien, daß ich bald nach der Zusendung der Stücke nach Lüdenscheid fuhr, um mit dem Finder den neuen Fundort zu besichtigen und ihn zu weiterem Sammeln an dieser Stelle zu veranlassen. Das mir übersandte Material war aber im Verhältnis zu den Hunderten von Exemplaren

neuer Placodermen, die ich bereits in Arbeit hatte, so mangelhaft, daß mir nie der Gedanke gekommen ist, schon damals an die Bearbeitung dieser Fragmente zu gehen, die ich ihrer Mangelhaftigkeit wegen nicht einmal näher untersucht und bestimmt habe. Wenn Herr HOFFMANN bei seinen Spezialstudien über die betreffende Plattengrenze dem Stück nun besondere Bedeutung abgewinnen kann, so freut mich das, daß er aber mir daraus eine wissenschaftliche Unterschlagung zu konstruieren wagt, ist doch wirklich unerhört. Ich würde mich auch nicht haben entschließen können, gegen derartige Angriffe Stellung zu nehmen, wenn nicht Herr BRANCA in seinen Angriffen gegen mich von den HOFFMANN'schen Entdeckungen schon vor ihrer nachträglichen Publikation durch G. HOFFMANN im Neuen Jahrbuch einen so ausgiebigen Gebrauch gemacht hätte und diese offenbar in dem förmlichen Einkreisungskampfe gegen mich eine bedeutende Rolle spielen sollten. Wenn dieser aber aus der Heimat heraus mit derartigen Mitteln gegen mich weitergeführt werden soll, wird mir, wie ich glaube, niemand zumuten können, mich noch ferner an solcher wissenschaftlichen Arbeit zu beteiligen.

Greifswald, September 1916.

Bei der Redaktion eingegangen Oktober 1916.

Besprechungen.

A. Sachs: Die Bodenschätze der Erde: Salze, Kohlen, Erze, Edelsteine. Zur Einführung für Laien und Studierende. 37 p. 6 Abb. Leipzig u. Wien 1916.

Nach dem Vorworte soll das „zur Information von Laien“ und als „Grundlage für unsere Studenten“ geschriebene Heft das Wichtigste über die Bodenschätze der Erde in kürzester Form darbieten. Nachdem auf p. 1—11 der Aufbau der Erde, die Erforschung der Gesteinskruste, die gesteinsbildenden Mineralien, die Gesteine, die geologischen Formationen und allgemeine Tatsachen über nutzbare Lagerstätten und ihr Auftreten in den geologischen Formationen behandelt worden sind, wird über die im Buchtitel genannten Gruppen der nutzbaren Mineralien gesprochen. Die Art der Darstellung und die Anordnung des Stoffes ist dieselbe wie in den früheren Schriften des Verfassers „Die Erze“ (Leipzig und Wien 1905) und „Tabellarische Übersicht der technisch nutzbaren Mineralien“ (ebenda 1909); auch Abbildungen aus diesen Werken kehren wieder. In der Vorrede gibt der Verfasser der Hoffnung Ausdruck, daß das Werk auch aus politischen Gründen willkommen sein möge. Jedoch wird man in dieser Beziehung nicht vollständig befriedigt. So fehlen z. B. in dem Abschnitte über Lagerstättenlehre volkswirtschaftliche Gesichtspunkte. Da die Angaben über die Weltproduktion an Bodenschätzen und ihren Wert und die ent-

sprechenden Aufstellungen bei den einzelnen Metallen nicht durch Mitteilungen über den Bedarf in den Haupt-Verbrauchsgebieten ergänzt sind, ist es nicht möglich, einen Überblick über die Versorgung Deutschlands mit mineralischen Rohstoffen und ihre Abhängigkeit vom Ausland zu gewinnen. Auch in anderer Hinsicht gereicht die übertriebene Kürze der Darstellung dem Werk nicht zum Vorteil. Laien werden an manchen Stellen nicht Begriffe, sondern nur Wörter aus ihm entnehmen können. Daher kommt diese Darstellung wohl nicht als „Grundlage" für Studierende in Betracht, sondern wesentlich als Wiederholungsbuch. **Karl Schulz.**

A. Sachs: Die Grundlagen der schlesischen Montanindustrie. 20 p. 4 Fig. 1 geol. Karte. Kattowitz O.-S. 1917.

1. Die Entwicklung des schlesischen Bergbaues. Der Bergbau Schlesiens beginnt im 11. und 12. Jahrhundert mit dem Goldbergbau, der im 14. und 15. Jahrhundert blühte. Ebenso ist der Steinkohlenbergbau bei Waldenburg sehr alt. In Oberschlesien begann der älteste Bergbau auf Blei im 12. Jahrhundert; der Zinkerzbergbau stammt aus dem 16. Die Eisengewinnung und der Steinkohlenbergbau beginnen erst später, der letztere erst seit Einführung der Dampfmaschine. Einige Zahlen illustrieren den Aufschwung des schlesischen Bergbaues.

2. Der geologische Aufbau Schlesiens. Das östliche Oberschlesien ist durch vorwiegend sedimentären Aufbau charakterisiert, während in dem westlichen Niederschlesien kristalline Schiefer und Eruptivmassen vorherrschen. Bei den ersteren sind die Glimmerschiefer sedimentärer Natur, während die Gneise und Hornblendeschiefer ursprünglich schmelzflüssig waren. Von Eruptivgesteinen sind vorhanden: 1. Tiefengesteine: Granite, Granitite, Gabbros und Serpentine, wahrscheinlich carbonischen Alters; 2. ältere Ergußgesteine: Porphyre und Melaphyre des Rotliegenden; 3. jüngere Ergußgesteine: Basalte der tertiären Braunkohlenformation. Die Sedimentärformationen Schlesiens umfassen die Löwenberg—Goldberger Mulde, die Glatzer Mulde und Oberschlesien mit den Schichten vom Silur bis zum Diluvium.

3. Die Kohlen Schlesiens. a) Das Oberschlesische Steinkohlenrevier umfaßt 5757 qkm, von denen der größte Teil in Deutschland liegt und dem paralischen Typus angehört. Man unterscheidet darin 4 Reviere. Der Schwerpunkt des Bergbaues liegt gegenwärtig in der Sattelgruppe, die eine Kohlenmächtigkeit von 30 m besitzt. Im Westen des Reviers finden sich 5—6 Flöze von 2—3 m Mächtigkeit, die nach Osten zu einem 17—18 m mächtigen Flöz zusammenschließen. Nebengestein: feinkörniger Sandstein und Schieferton. Eruptivgesteine fehlen. Vorrat wird auf 166 Milliarden Tonnen geschätzt. — b) Das Niederschlesisch-böhmische Steinkohlenrevier stellt eine NW—SO streichende

Mulde dar und gehört dem limnischen Typus an. Zu unterst Waldenburger Schichten, darüber ein steinkohlenfreier Sandstein und darüber die Schatzlarer Schichten, die eine bauwürdige Kohlenmächtigkeit von 7—8 m besitzen. Der Vorrat ist auf 2,9 Milliarden Tonnen geschätzt. — c) Die schlesische Braunkohlenformation erstreckt sich von der Lausitz über den Bober bis nach Oberschlesien. Die wichtigsten Vorkommen werden aufgeführt.

4. Die Erzlagerstätten Schlesiens. Nach der Entstehung gibt es sieben Arten von Erzlagerstätten, von denen nur die pneumatogen-syngenetische in Schlesien nicht bekannt ist. Für die übrigen sechs Gruppen werden Beispiele genannt. Oberschlesien: Die Blei-, Zink-, Eisenerze der Beuthen-Tarnowitzer Mulde werden eingehend gewürdigt, während die Eisenerze kürzer dargestellt werden. Die Erzlagerstätten Niederschlesiens stellen zahlreiche, ökonomisch minder bedeutsame, aber theoretisch interessante Erzlagerstätten dar. Im Gegensatz zu den oberschlesischen Vorkommen sind sie vorwiegend an kristalline Schiefer und Eruptivgesteine geknüpft. Es werden besprochen: 1. Die Magneteisenerze von Schmiedeberg, 2. die Schwefelkiese von Rohnau bei Kupferberg, 3. die Nickelerze von Frankenstein, 4. die goldhaltigen Arsenerze von Reichenstein, 5. die Blei- und Kupfererze von Kupferberg-Rudelstadt, 6. die Arsen- Kupfer- und Bleierze von Altenberg bei Schönau, 7. die Arsenerze von Rothenzechau bei Landeshut und eine Reihe von kleineren Vorkommen. Jedesmal wird die Art der Entstehung und die Menge der Förderung der letzten Jahre angegeben.

5. Nutzbare Gesteine. Von den Bau- und Pflastersteinen finden die Granite, Basalte, Marmore, Quarzitschiefer und Sandsteine eine kurze Besprechung. Während Kalke auf Niederschlesien und Oberschlesien verteilt sind, finden sich die wichtigsten Tonvorkommen (feuerfeste Tone, Ziegel- und Töpfertone) nur in Niederschlesien; Edel- und Halbedelsteine treten nur in Niederschlesien auf: Chrysopras von Kosemütz und Nephrit von Jordansmühl am Zobten.

Eine kleine Karte des oberschlesisch-mährisch-polnischen Beckens sowie 3 Profile im Text erläutern die Beschreibungen. Außerdem ist eine geologische Übersichtskarte von Schlesien in Buntdruck von Fedor Sommer aus dem Heimatlas für die Provinz Schlesien beigegeben.

Belowsky.

Personalia.

Ernannt: Privatdozent Dr. **M. Henglein** an der Technischen Hochschule in Karlsruhe zum a. o. Professor. — Dr. **Othenio Abel**, o. ö. Professor für Paläontologie an der Universität Wien zum o. ö. Professor für Paläobiologie an derselben Universität.

Angenommen: Prof. Dr. **R. Wedekind** in Göttingen den Ruf an die Univ. Marburg a. L. als Nachf. von Prof. Kayser.

In den Ruhestand getreten: Prof. Dr. **Hugo Bücking** in Straßburg i. E.

Den Lesern unseres Jahrbuches müssen wir die schmerzliche Mitteilung machen, daß unser Redaktionsmitglied

Herr Professor

Dr. Fritz Frech,

der als leitender Geologe einer Heeresgruppe im Dienste des Vaterlandes stand, fern von der Heimat in einem Etappenlazarett einer schweren Erkrankung erlegen ist.

Als Nachfolger von Ernst Koken hat er seit dem Ende des Jahres 1912 mit der ihm eigenen Energie sich der Redaktion des Jahrbuches gewidmet. Nun ist den auf seine Mitwirkung gerichteten Hoffnungen ein frühes und plötzliches Ende bereitet worden.

Eine Würdigung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit von berufener Hand wird in Bälde folgen.

Redaktion und Verlag
des
Neuen Jahrbuchs für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

Max Bauer. Th. Liebisch.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(E. Nägele).

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Struktur der kristallisierten Formen des Siliciumdioxyds SiO_2, des Eisenbisulfids FeS_2, des Zinksulfids ZnS und des Calciumcarbonats.

Von **J. Beckenkamp**, Würzburg.

Mit 18 Textfiguren.

(Schluß.)

4. Beziehungen zwischen den Modellen von W. H. und W. L. Bragg und dem doppelt kubischen Gitter.

Zwischen der Anordnung p_2 und dem Bragg'schen Modell π besteht auf einer dreizähligen Deckachse die nachstehende Beziehung: Die Verteilung der Atome ist

bei der Anordnung p_2:	$\frac{1}{10}o_4$		$\frac{1}{20}o_4$	$\frac{1}{10}o_4$			$\frac{1}{5}o_4$			$\frac{1}{4}o_4$		
	Fe	S	S	Fe	S	S	Fe	S	S	Fe	S S	Fe
dagegen												
	Fe		x		S			S		y		Fe
bei der Anordnung π:	$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$			

Die zum 2. und 4. Atome Fe der Anordnung p_2 gehörenden S-Atome liegen außerhalb der Achse. Das System der Atome der Anordnung π stellt also ein Teilsystem der Atome der Anordnung p_2, und zwar das schon erwähnte asymmorphe System p_4, dar. Die Punkte der Anordnung p_4 erscheinen gegenüber der Anordnung p_2 insoferne bevorzugt, als ihre Abstände, wenn wir die beiden nicht besetzten Punkte x und y hinzunehmen, alle gleich $\frac{4}{20}o_4 = \frac{1}{5}o_4$ sind.

Das doppelt kubische Gitter $t_{2\mathfrak{b}}$ zerfällt in dieselben 4 vierfach kubischen Gitter wie die Anordnung p_2. Das von Bragg abgeleitete Modell der Zinkblende ZnS (Fig. 13) kann als ein Teilsystem der Anordnung $t_{2\mathfrak{b}}$ aufgefaßt werden; bei der Zinkblende ist aber die Verschiebungsgröße auf der Oktaederachse eine andere als beim Pyrit.

Auch für den Cristobalit SiO_2 muß man wohl dieselbe Struktur zugrunde legen wie für die Zinkblende, mit dem Unterschiede, daß beim Cristobalit alle acht Teilwürfel des vierfach kubischen Gitters mit je einem O-Atom besetzt sind, während bei der Zinkblende die S-Atome sich nur auf vier Teilwürfel verteilen.

Das vierfach kubische Teilsystem der Anordnung q_2 hat nur Molekelachsen von einer und derselben Richtung und kommt wohl für die Anordnung des Quarzes nicht in Frage.

Fig. 14 stellt die Projektion eines kubischen Gitters auf einer Oktaederebene dar, die vollen Punkte mögen die untere, die gestrichelten eine mittlere, die offenen eine obere Schicht darstellen.

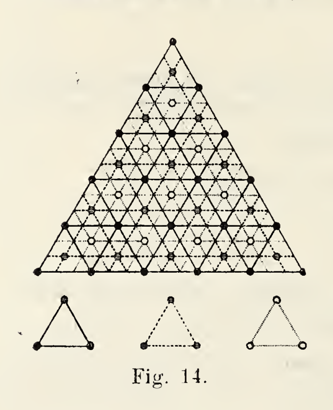


Fig. 14.

Jedes reguläre Gitter kann aufgefaßt werden als eine Durchdringung von drei kongruenten dreiseitig prismatischen Gittern mit den Dimensionen: $g : o_1 = 1 : 1{,}22475$ beim einfachen, $g : o_2 = 1 : 0{,}61236$ beim doppelten und $g : o_4 = 1 : 2{,}44949$ beim vierfach kubischen Gitter. Für jedes dieser drei dreiseitig prismatischen Gitter ist die Normale zu einer Oktaederfläche sechszählige Deckachse, für das Gesamtsystem aber nur dreizählige Deckachse. Denn legt man die Drehungsachse senkrecht zu einer Oktaederfläche durch einen Massenpunkt etwa der unteren Schicht, so ist diese Achse sechszählige Deckachse für die untere Schicht, aber nur dreizählige Deckachse für die mittlere und obere.

Hat o einen anderen Wert als o_1, o_2, o_4, dann stellt das Gitter der Fig. 14 ein rhomboedrisches dar.

Verschiebt man die mittlere Schicht in der Richtung einer der drei Leucitoedernormalen l um $\frac{2}{3}$ der Höhenlinie der gleichseitigen Dreiecke (in der Fig. 14 etwa nach oben) und die obere

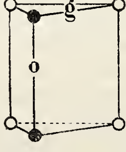


Fig. 15 a.

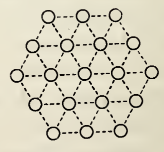


Fig. 15 b.

Schicht um den gleichen Betrag in der entgegengesetzten Richtung, dann geht das reguläre Gitter in ein dreiseitig prismatisches (Fig. 15 a und 15 b) über, dessen Höhe gleich $\frac{1}{3}$ der Höhe der dreiseitig prismatischen Teilgitter des kubischen Gitters ist.

Zerlegt man die Gitterpunkte der Fig. 14 in dreigliedrige Gruppen, so daß jede Gruppe je einen Gitterpunkt aus jeder der drei Schichten enthält, und dreht jede Gruppe um die zur Zeichnungsebene senkrecht durch den Gruppenmittelpunkt gehende Achse im gleichen Sinne und um den gleichen willkürlichen Betrag, so geht

das reguläre Gitter in ein Dreipunktschraubensystem über, und zwar in ein rechtes, wenn die Drehung beim Fortschreiten von der unteren zur oberen Schicht im Uhrzeigersinne erfolgt, oder in ein linkes, wenn die Drehung im entgegengesetzten Sinne erfolgt.

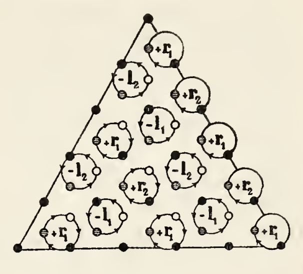


Fig. 16.

In Fig. 16 ist das doppelt kubische Gitter der Fig. 15 in vier durch $+r_1$, $+r_2$, $-l_1$, $-l_2$ bezeichnete Dreipunktschraubensysteme aufgelöst. Ein System r steht zu einem System l im Verhältnisse der Individuen eines Brasilianer Zwillings. Statt der entgegengesetzten Schrauben können dieselben Massenpunkte auch zu vier gleichförmigen Schrauben zusammengefaßt werden. Jedes der vier Schraubensysteme enthält alle vier Richtungen der Molekülachsen, wenn das doppelt kubische Gitter zugrunde liegt.

Legen wir das gleiche doppelt kubische Gitter zugrunde wie beim Pyrit, und wählen beim Quarz wie beim Pyrit nur in anderer Auswahl den vierten Teil der Gitterpunkte zu Atomschwerpunkten, dann muß auch das Molekularvolumen bei beiden Körpern dasselbe sein (vergl. p. 353). Der Elementarkörper des zu der genannten Schraubenstruktur gehörenden dreiseitig prismatischen Gitters müßte indessen bei genau regulären Dimensionen das Achsenverhältnis $2g_2 : o_2 = 1 : 0{,}3062$ haben, oder, mit Berücksichtigung des Verhältnisses 0,9525 : 0,9428 der Dimension o beim Quarz und bei der regulären Syngonie, müßte das Achsenverhältnis des bei der Quarzstruktur vorhandenen dreiseitig prismatischen Elementarkörpers das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}3068$ haben, während W. H. Bragg dafür das Verhältnis $a : c = 1 : 1{,}1$ angibt. Nehmen wir den dreifachen Wert der vertikalen Achse als Einheit der c-Achse, dann wäre das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}9204$, aber dann müßten auf diesen Elementarkörper drei volle Schraubenwindungen kommen. Ein der Fig. 16 entsprechendes Schraubensystem scheint also dem Quarz nicht zu entsprechen.

Der einfachste[1] reguläre Körper mit dem Achsenverhältnisse 1 : 1,0886, welchem beim Quarz das Verhältnis 1 : 1,1 entspricht, hat die Dimensionen $9g_2 : 16o_2$.

Bei den wenig bestimmten Angaben Bragg's über die Struktur des Quarzes halte ich das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 1{,}10$ für den Elementarkörper des dreiseitig prismatischen Gitters für nicht völlig sichergestellt. Jedenfalls bedürfen diese Angaben von Bragg noch der Bestätigung.

[1] Vergl. Centralbl. 1916. p. 234.

5. Über die Struktur der hexagonalen Kristalle mit dem Achsenverhältnisse 1 : 0,81.

Die dicken Kreuze und Ringe der Fig. 17 stellen die Anordnung der Massenpunkte innerhalb einer Granatoederfläche eines vierfach kubischen Gitters t_4 dar, welches nach dem Spinellgesetz verzwillingt ist. Die dünnen Kreuze und Ringe stellen die Fortsetzung des betreffenden Gitters in den Bereich des anderen Individuums ; dar. Die von oben rechts nach unten links gehende strichpunktierte Linie ist eine Achse l, also die Schnittlinie der Zeichnungsebene mit einer Oktaederfläche $(1\bar{1}1)$; die von oben links nach unten rechts laufende Linie eine Achse o, also die Schnittlinie der Zeichnungsebene mit einer Leucitoederfläche $(\bar{1}12)$.

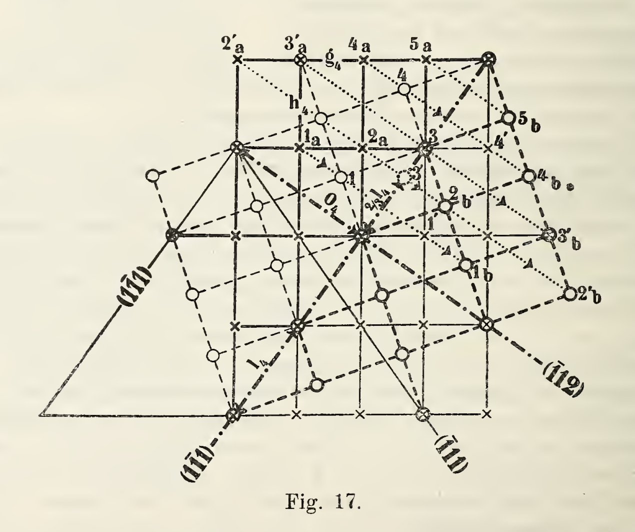


Fig. 17.

Die Lage der dicken Kreise erhält man aus der Lage der dicken Kreuze entsprechend der Pfeilrichtung durch Spiegelung an der Achse l, also durch Verdoppelung des Lotes auf l. Sowohl in der Achse l als in der Achse o liegen Punkte, welche mit einem Kreuz und einem Ring versehen sind, also beiden Systemen gleichzeitig angehören. Man kann die eine Hälfte aus der andern auch durch homogene Schiebung in der Richtung der Achse l erhalten. Schiebt man etwa den dünnen Ring 1 bis zu dem dicken Kreuz 2 a und entsprechend alle dünnen Ringe links der Achse l in der gleichen Richtung um einen Betrag, welcher dem Abstande von l proportional ist, so geht das System der dünnen Ringe links von l in das zum System der dicken Ringe (rechts von l) spiegelbildliche System der dicken Kreuze über.

Die Punkte 2a und 2b sind einander entsprechende Punkte, von welchen jener dem einen, dieser dem andern Individuum angehört. Diese beiden Punkte, welche den der Grenzfläche am nächsten liegenden Schichten angehören, haben den Abstand $\frac{2}{3}o_4$, d. h. $\frac{2}{3}c_W$ (o_4 ist der Abstand der Punkte des vierfach kubischen Gitters in der Richtung o, l_4 der Abstand in der Richtung l). Der diesen benachbarte Punkt 3 liegt für den einen Teil zwischen den Gitterpunkten 2a und 4′, für den andern zwischen 1 und 5b. Bei dem Zwilling fallen jedoch die Punkte 1 und 4′ fort, der Punkt 3 ist also nicht mehr nach zwei entgegengesetzten Richtungen in gleicher Weise gehalten. Nehmen wir an, daß infolgedessen eine Schiebung der Grenzschicht $(1\bar{1}1)$ in der Richtung l, also von 3 nach 3′ eintritt, dann bilden die drei Schichten 2a, 3′, 2b ein dreiseitig prismatisches Gitter mit dem Achsenverhältnisse $a:c = 1:\frac{1}{3}o_4 = 1:0{,}8165$. Für Wurtzit, Tridymit und eine große Reihe von hexagonalen Körpern, denen z. T. auch eine reguläre Form zukommt, gilt tatsächlich dieses Verhältnis $a:c = 1:\frac{1}{3}o_4$. Wir können demnach in allen diesen Fällen der regulären Form dasselbe vierfach kubische Gitter zuschreiben.

Durch fortgesetzte Zwillingsbildung nach dem Spinellgesetz geht in diesem Falle der reguläre Kristall in den hexagonalen über. Umgekehrt müßte ein derartiger hexagonaler Kristall aus der gleichen Ursache bei fortgesetzter Zwillingsbildung nach dem Tridymitgesetz in einen regulären übergehen. Da bei der Anordnung t_4 in jeder Oktaederebene alle vier Orientierungen der Molekülachsen vorhanden sind, vergl. p. 363, so gilt dasselbe für die Basisebene der zugehörigen hexagonalen Form.

Verf. hält diese Beziehungen zwischen Tridymit und Cristobalit sowie zwischen Wurtzit und Zinkblende für die wahrscheinlichste.

Beim Kalkspat[1] $CaCO_3$ (Fig. 18) stellt die Anordnung der einzelnen Atome, z. B. der Ca-Atome, nach W. L. Bragg ein flächenzentriertes rhomboedrisches Punktsystem dar, welches als eine Durchdringung von vier einfachen rhomboedrischen Gittern mit den Dimensionen des Spaltungsrhomboeders aufgefaßt werden kann. Das flächenzentrierte rhomboedrische Punktsystem, welches im übrigen genau dem flächenzentrierten kubischen Punktsystem entspricht, befindet sich jedoch nicht unter den Bravais'schen Gittern, weil es ein einfaches rhomboedrisches Gitter mit den Dimensionen $1:2c_R$ bildet, wenn c_R die c-Achse des Spaltungsrhomboeders ist. Bezeichnen wir demnach das Spaltungsrhomboeder des Kalkspats mit R_k, so hat das Elementarparallelepipedon des rhomboedrischen Gitters einer Atomart, also etwa der Ca-Atome, das Zeichen $-2R_k$.

[1] Vergl. dies. Centralbl. 1917. p. 34.

Dasselbe gilt bezüglich der C-Atome; dagegen bilden die O-Atome zwei dreiseitig prismatische Gitter. Die Basisflächen der letzteren liegen mit den C-Atomen in der gleichen Ebene (vergl. Fig. 18 b).

A. Johnson [1] teilt jedes der beiden prismatischen Gitter in drei rhomboedrische Gitter mit dem Elementarkörper + 4R ($\bar{3}$11) und ebenso die Gitter der Ca- und der C-Atome in je zwei Gitter mit dem gleichen Elementarkörper + 4R. Nach der homogenen Schiebung nach der Gleitfläche $-\frac{1}{2}$R bilden die Ca- und die C-Gitter

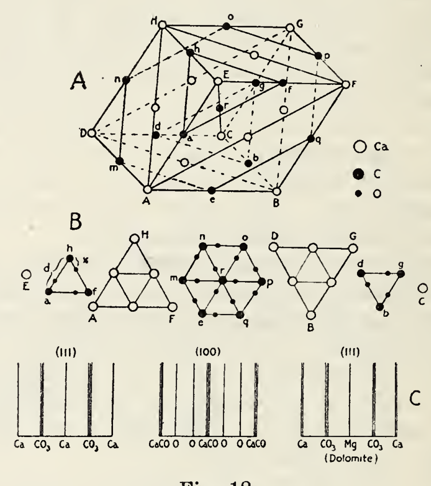


Fig. 18.

wieder rhomboedrische Gitter von der gleichen gegenseitigen Orientierung wie vor der Schiebung. Die O-Gitter bilden zwar auch wieder jedes für sich ein rhomboedrisches Gitter von der gleichen Art, aber die sechs Gitter haben nicht mehr die gleiche gegenseitige Lage zum C-Gitter wie vor der Schiebung. Johnson schließt daraus, daß mit der Schiebung des C-Atoms die drei benachbarten, mit ihm in der gleichen horizontalen Ebene liegenden O-Atome mitverschoben werden und gleichzeitig als Ganzes eine solche Drehung erfahren, daß ihre Lage nach der Schiebung spiegelbildlich in bezug auf die Gleitfläche ist. Das Radikal CO_3 verhält sich also hiebei wie ein einziges Atom. Auch die einzelnen Atome müssen, wenn sie nicht kugelförmig sind, bei der homogenen Schiebung nach Gleitflächen Drehungen um eine in ihnen liegende Achse vor-

[1] Die Massengitter des Kalkspats. Physikal. Zeitschr. 1914. **15.** 712 und Zeitschr. f. Krist. 1914. **54.** 148.

nehmen, so daß ihre gegenseitige Lage vor und nach der Drehung spiegelbildlich in bezug auf die Gleitfläche ist.

Ich habe bereits bei einer früheren Gelegenheit [1] eine ähnliche Ansicht ausgesprochen: „Geometrisch bedarf man zur Erklärung dieser Zwillinge (bei den Verschiebungen nach Gleitflächen) nur der Gleitung der Teilchen (Moleküle) ohne Drehung derselben, und dies ist gestattet, solange nicht der Nachweis geliefert ist, daß den Molekülen an und für sich, also unabhängig von ihren Abständen, nach verschiedenen Richtungen verschiedene Eigenschaften zukommen. Geht man von der Annahme einer solchen Verschiedenheit aus, dann hat man zum Nachweise der Drehungen der Moleküle die fernere Voraussetzung nötig, daß diese während der in Frage stehenden Verschiebungen keine entsprechenden inneren Veränderungen erleiden."

Mag man nun das Spaltungsrhomboeder R_k oder das Rhomboeder $-2R_k$ oder das Rhomboeder $+4R_k$ als Grundform des Kalkspats betrachten, so bedarf die auffallende Beziehung des Achsenverhältnisses zu dem regulären Verhältnisse einer Erklärung.

Wird der reguläre Würfel als ein Rhomboeder R_w gedacht, dann wird $R_k = \frac{2}{3}R_w$, $-2R_k = -\frac{4}{3}R_w$, $+4R_k = \frac{8}{3}R_w$.

Stelle wie früher Fig. 14 die Projektion eines kubischen Gitters dar und legen wir eine beliebige Anzahl solcher Perioden von je drei Schichten aufeinander und wählen dann solche Punkte aus, welche in vertikaler Richtung um je vier Punktabstände, in horizontaler Richtung um je drei Punktabstände auseinanderliegen, dann stellt das ausgewählte Punktsystem das rhomboedrische Gitter $-\frac{4}{3}R_w = -2R_k$ dar. Wählen wir in vertikaler Richtung solche Punkte aus, welche um acht oder zwei Punktabstände auseinanderliegen, dann erhält man das Rhomboeder $\frac{8}{3}R_w = +4R_k$ oder $\frac{2}{3}R_w = +R_k$. *Sowohl das rhomboedrische Gitter $-2R_k$ als das rhomboedrische Gitter mit dem Elementarkörper $+4R_k$ als das rhomboedrische Gitter R_k sind also in dem gleichen kubischen Gitter als Teilsysteme enthalten.*

In einer früheren Mitteilung [2] habe ich darauf hingewiesen, daß in der Richtung der langen Diagonale des Spaltungsrhomboeders den Abständen der Massenpunkte die Wirkungsweiten des Sauerstoffatoms entspreche; da sich die Wirkungsweite des Sauerstoffatoms zu dem des Kohlenstoffatoms wie 3 : 4 verhält, so können sich beide Wirkungen ohne gegenseitige Störung überlagern. Die Richtung der großen Diagonale des Spaltungsrhomboeders ist in regulärer Deutung gleich der Granatoedernormalen g. In der Basisfläche des Kalkspats liegen drei solche Richtungen, und damit

---

[1] Zeitschr. f. Krist. 1890. **17**. 306.

[2] Dies. Centralbl. 1917. p. 32.

dürfte zusammenhängen, daß die O-Atome mit den C-Atomen auf der gleichen Geraden g liegen (vgl. die mittlere Fig. B), und zwar ist der Abstand des einen C-Atoms zum nächstliegenden O-Atom gleich dem Abstande der Knotenpunkte des regulären Gitters in der Richtung g. Die Schwerpunkte dieser C-Atome und der O-Atome gehören daher dem gleichen kubischen Gitter an; nicht aber die Schwerpunkte der Ca-Atome. Bilden sich nun aber von jedem Atom C aus nicht nur in der Ebene der Basis, welche einer der vier Oktaederebenen entspricht, sondern auch in den drei anderen Oktaederebenen nach den Richtungen g stehende Wellen, so muß ein der vorigen Annahme entsprechendes kubisches System von Knotenpunkten zustande kommen. Über den stehenden Schwingungen, deren Wellenlängen dem einfachen Abstande der Knotenpunkte des regulären Gitters entsprechen, können natürlich auch solche Schwingungen überlagern, deren Wellen die drei-, vier- oder achtfache Länge besitzen, also den Abständen der Massenpunkte entsprechen.

Die Deformation des regulären Gitters kann wie früher darauf zurückgeführt werden, daß die Werte R_{Ca} und R_C nicht genau den angenommenen idealen Verhältnissen entsprechen. Auf die gleiche Ursache kann auch die Tatsache zurückgeführt werden, daß zuweilen Ausbildungen vorkommen, welche der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse nicht völlig genügen, so namentlich nach der Hauptachse hemimorphe Kristalle. Es kann jedoch diese Erscheinung auch darauf zurückgeführt werden, daß die kleinsten Massenteile, wie schon erwähnt, nicht als Kugeln oder Punkte gedacht werden dürfen, sondern als azentrische Atome oder azentrische Ionen; durch (submikroskopische) Zwillingsbildungen, bei welchen die Symmetrieelemente der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse als Zwillingselemente fungieren, ist diese niedrigere Symmetrie für gewöhnlich kompensiert.

Die weit auffallendere Abweichung des Dolomits von der Symmetrie der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse, infolge deren der Dolomit in die rhomboedrische Klasse gestellt wird, ist natürlich die Folge der Verschiedenheit des Dolomit-Moleküls $CaMg(CO_3)_2$ von dem Kalkspatmolekül $CaCO_3$ oder $CaCa(CO_3)_2$.

6. Chemisches Molekül, Valenz und Pseudosymmetrie.

Durch das vierfach kubische Gitter zerfällt der Würfel A B C D E F G H (Fig. 13) in acht zu ihm parallele Teilwürfel, z. B. G g R f M m N o. Nach Bragg liegen die Zn-Atome in den tetraedrischen Ecken dieser Teilwürfel, die S-Atome in den Schwerpunkten der Teilwürfel, aber nur die Hälfte der letzteren ist mit einem S-Atom besetzt, die andere Hälfte ist leer; infolgedessen ist die Anordnung nach den trigonalen Achsen polar.

Sowohl bei der der Zinkblende als der dem Cristobalit zugeschriebenen Anordnung verhält sich der Schwerpunkt des S- bezw. des O-Atoms zu allen vier in den tetraedrischen Ecken des Teilwürfels liegenden Schwerpunkten der Zn- bezw. der Si-Atome genau gleich. Die Begriffe des chemischen Moleküls und der Valenz scheinen daher bei den Kristallen ihre Bedeutung verloren zu haben. Ähnliches gilt auch für die Kalkspatkristalle.

Bei dem vom Verf. zugrunde gelegten doppelt kubischen Gitter gehört dagegen zu jedem Punkte, etwa des Zn-Gitters, ein bestimmter Punkt des S-Gitters, wenn nicht der Abstand des Zn-Atoms von dem S-Atom in der Richtung der Oktaedernormalen genau $\frac{1}{4}o_4$ beträgt. Aber auch selbst in diesem Falle muß jedes S-Atom zu einem bestimmten Zn-Atom gehören, sobald das Atom nicht als Punkt oder Kugel gedacht wird, und die Verbindungslinie je eines Zn-Atoms mit einem S-Atom mit einer bestimmten Richtung innerhalb des Atoms bezgl. Ions zusammenfällt. Bei Zinkblende und Cristobalit kann man nach dem Vorhergehenden annehmen, daß die Zusammengehörigkeit der Atome dem in Fig. 6 als Teilgitter enthaltenen Schema t_4 entspricht. Durch submikroskopische Zwillingsbildungen nach den Flächen des Granatoeders wird dann die Abweichung des Atoms von der regulären Symmetrie kompensiert und auch etwaige kleinere Abweichungen der Abstände der Atomschwerpunkte von dem Werte $\frac{1}{4}o_4$ werden dann nicht mehr wahrnehmbar. Aus den Bragg'schen Resultaten folgt also nicht notwendig, daß die Begriffe der chemischen Valenz und des Moleküls bei Kristallen nicht mehr bestehen.

Zu Quarz, β-Tridymit und β-Cristobalit gehören die optisch zweiachsigen Mineralien Quarzin, α-Tridymit und α-Cristobalit. Die niedrigere Symmetrie dieser letzteren läßt sich weder geometrisch noch durch die Dichte, sondern nur im polarisierten Lichte erkennen. Man nennt solche Körper pseudohexagonal bezw. pseudoregulär. Die Abweichung von der höheren Symmetrie wurde früher vom Verf. darauf zurückgeführt, daß die theoretischen Beziehungen zwischen den Werten R_n nicht genau erfüllt seien. Auch bei diesen Mineralien muß die Abweichung der Atome von der Kugelgestalt und die Existenz von Ionen eine entsprechende Erniedrigung der Symmetrie nach sich ziehen, welche beim Übergang in Quarz, β-Tridymit und β-Cristobalit durch submikroskopische Zwillingsbildungen kompensiert wird, wobei allerdings auch eine geringe Verschiebung einzelner Atome nicht ausgeschlossen ist. Man kann voraussetzen, daß die Zwillingsbildung um so häufiger eintritt, je mehr sich das tatsächliche Verhältnis der Werte R_n dem theoretischen nähert, bezw. je geringer die Abweichung des Atoms von der Kugel ist. Auch die durchaus sichergestellte schwache Hemimorphie von Quarz, β-Tridymit und Kalk-

spat[1] nach der Hauptachse und des Pyrits nach den trigonalen Achsen[2] müssen in gleicher Weise erklärt werden.

Auch die Mehrzahl der sonstigen als „optische Anomalien" bezeichneten Erscheinungen kann leicht durch eine bevorzugte einseitige Orientierung der Ionen- oder der Atomachsen erklärt werden.

Die bedeutend auffallendere Polarität nach den trigonalen Achsen bei Natriummetaperjodat, Ullmannit, Zinkblende und Wurtzit ist dagegen auf eine azentrische Molekülachse, d. h. darauf zurückzuführen, daß das betreffende Molekül einen azentrischen Bau hat.

7. Über die physikalische Bedeutung des (doppelt) kubischen Gitters, in welchem die Systeme der Atomschwerpunkte als Teilgitter enthalten sind.

Verf. ist der Ansicht, daß den Punkten des deformiert (doppelt) kubischen Gitters nicht nur eine mathematische, sondern auch eine physikalische Bedeutung zukommt.

1. Wegen der schon genannten geometrischen Beziehung einer großen Zahl oder vielleicht aller Kristalle zur regulären Syngonie.

2. Die Zwillingskristalle nach dem Brasilianergesetz verhalten sich bezüglich der Art ihrer Verwachsung wesentlich anders als die Zwillinge nach dem Dauphinéergesetz, obwohl in der Anordnung der Atomschwerpunkte ein entsprechender Unterschied nicht zu erkennen ist (bei den ersteren ist die Verwachsung inniger und regelmäßiger)[3]. Dagegen bleibt das System des zugrunde liegenden kubischen Gitters der Si-Atome bei den Zwillingen nach dem Brasilianergesetz über die Zwillingsgrenze hinaus homogen, nicht aber bei den Zwillingen nach dem Dauphinéergesetz.

Wenn die p. 395 angedeutete Struktur richtig wäre, dann bildeten die Atomschwerpunkte der rechten und linken Kristalle der Zwillinge nach dem Brasilianergesetz Punkte desselben doppelt kubischen Systems. Dies gilt aber nicht für die Zwillinge nach dem Dauphinéergesetz.

3. Das doppelt kubische System der Quarzstruktur ergibt nach allen Richtungen gleichstarke optische Drehung. Das System der Atomschwerpunkte gibt dagegen bei Quarz nur Drehung für Strahlen parallel zur Hauptachse. Durch Überlagerung der beiden optischen Drehungen müßte entsprechend der Beobachtung für letztere Strahlen eine bevorzugte Drehung sich ergeben.

---

[1] Vgl. J. Beckenkamp, Tridymit, Cristobalit und Quarz. Zeitschr. f. Krist. 1901. **34.** 585.

[2] Derselbe, Kristalloptik. p. 588 u. 634.

[3] Vgl. Kristalloptik. p. 575.

4. Die von Fedorow nachgewiesene Bevorzugung derjenigen Formen, welche auf ein doppelt kubisches Gitter hinweisen, findet dann darin seine Erklärung, daß die Flächenausbildung nicht nur von der Anordnung der Atomschwerpunkte, sondern auch von den Knotenpunkten des doppelt kubischen Gitters abhängt.

Verf. nimmt an, daß die Punkte des doppelt kubischen Gitters Knotenpunkte stehender Wellen bilden; ein Teil derselben fällt mit Atomschwerpunkten zusammen. Die übrigen Knotenpunkte des doppelt kubischen Gitters können entweder mit positiven Uratomen besetzt oder nur von negativen Elektronen umkreist werden, deren Schwingungszahl der der Lichtwellen entspricht.

8. Über Pyroelektrizität zentrisch symmetrischer Kristalle.

Mit der im Vorhergehenden entwickelten Auffassung stimmt auch das pyroelektrische Verhalten zentrisch symmetrischer Kristalle, z. B. von Kalkspat und Aragonit, überein. Das System der Atomschwerpunkte ist bei beiden Kristallarten entweder völlig oder doch nahezu zentrisch symmetrisch. Nun zeigt aber ein an beiden Enden frei ausgebildeter Kalkspatkristall an den freien Enden beim Abkühlen negative, in der Mitte positive Elektrizität. Die an einem Ende aufgewachsenen Kristalle zeigen ebenfalls am freien Ende negative, am aufgewachsenen dagegen positive Elektrizität.

Ähnlich verhalten sich die beiderseits der Hauptachse ausgebildeten Aragonitkristalle von Molina; an den beiden Basisflächen herrscht beim Erkalten negative, in der Mitte positive Elektrizität. Bei den Aragonitkristallen von Bilin dagegen sind die beiden Flächen (010) und $(0\bar{1}0)$ beim Erkalten negativ, die vorderen und hinteren vertikalen Prismenkanten dagegen positiv.

Verf. nimmt deshalb an, daß die Atome bezüglich Ionen polare Achsen besitzen. Die Symmetrie des homogenen Kalkspatkristalls kann dann nicht höher sein als die der trigonalpyramidalen Klasse. Im besondern müssen die Kalkspatkristalle nach der Hauptachse polar sein, solange nicht durch eine entsprechende Zwillingsbildung diese Polarität wieder aufgehoben wird.

Die Aragonitkristalle von Bilin sind, wie sich aus den Ätzfiguren ergibt, Zwillinge nach (010). Auch die Lamellengrenzen nach den Flächen k (011) des Aragonits stellen Zwillingsgrenzen dar, zwar nicht bezüglich der Anordnung der Atomschwerpunkte, aber bezüglich der Orientierung der Atome bezw. der Ionen.

9. Zur kinetischen Kristalltheorie.

Gegen die vom Verf.[1] angenommenen stehenden Wellen, deren Länge von der Größenordnung der Röntgenstrahlen und deren Knotenpunkte z. T. mit Atomschwerpunkten besetzt sein sollen, können zweierlei Einwendungen erhoben werden.

[1] Dies. Centralbl. 1917. p. 101 u. f.

	n		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A 1/R V	$\frac{1}{5}$									He 4 20
A 1/R V	$\frac{1}{3}$ ($\frac{1}{2}$)		Li 7,08 21.04 11,9	Be 9,1 27,3 (18,2) 4,91	B 11 33 (22) 4,49					
A 1/R V	$\frac{1}{2}$ (1)					C 12 24 3,43	N 14,04 28 6,7	O 16 (16) 14,1	F 19 19 (38) 16,7	Ne 20 (20)
A 1/R V	1 ($\frac{4}{3}$)		Na 23,05 23,05 30,7	Mg 24,36 24,36 (18,2) 14,0	Al 27,1 27,1 10,0	Si 28,4 28,4 11,9				
A 1/R V	$\frac{4}{3}$ (2)						P 31 23,25 14,1	S 32,06 (16,03) 15,2	Cl 35,45 26,59 23,5	Ar 39,9 (19,95) 32,8
A 1/R V	2 (3)		K 39,51 19,57 44,9	Ca 40,1 20,05 21,7	Sc 44,1 22,5 —	Ti 48,1 24,05 9,9	V 51,2 25,6 8,81	Cr 52,1 26,05 7,53	Mn 55 27,5 (18.33) 7,4	Fe 55,9 27,95 (18,63) 7,1
A 1/R V	3 (4)	Ni Co 58,7 59 19,6 19,7 6.65 6,95	Cu 63,6 21,2 7,35	Zn 65,4 21,8 9,17	Ga 70 23,33 11,7	Ge 72,5 24,17 13.1	As 75 25 15,9	Se 79,2 26,4 18,6	Br 79,96 19,99 25,7	Kr 81,8 (20,45) 37,4

A 1/R V	4 (5)		Rb 85,4 21,35 55,1	Sr 87,9 21,6 35,3	Y 89 22,25 22,34	Zr 90,6 22,65 22,2	Nb 94 23,05 13,3	Mo 96 24 10.6		Ru 101,7 25,42 8.25
A 1/R V	5 (6)	Rh Pd 103 106,5 20,6 21,3 8,5 8,85	Ag 107,93 21,58 10,25	Cd 112,4 22,48 13,0	In 114 22,8 15.4	Sn 119 23,8 16,25	Sb 120.2 24,04 17,9	Te 127,6 25,52 20,3	J 126,85 25,37 26,4	X 128 (21,33) 33,5
A 1/R V	6 (7)		Cs 133 22,17 70,5	Ba 137,4 22,4 34,4	La 138,9 23,15 22,6	Ce 140 23,33 21,2	Nd 143.6 23,93		Sa 150 25	
A 1/R V	7 (8)					Er 166 23,71 34,7				
A 1/R V	8 (9)				Yb 173 21,63		Ta 183 22,88 14,3	Wo 184 23 9,8		Os 191 23,88 8,5
A 1/R V	9 (10)	Ir Pt 193 194,8 21,4 21,6 8,62 9,1	Au 197,2 21,91 10,25	Hg 200 22,22 14,1	Tl 204,1 22,67 17,15	Pb 206,9 22,89 18,3	Bi 208,5 23,16 21,3			Ra 226,45 (22,64)
A 1/R V	10					Th 232,5 23,25 21,2		Ur 238.5 23,85 20,05		

1. Festliegende Knotenpunkte sind undenkbar, solange die Atome thermische Schwingungen ausführen. Jedoch gilt dasselbe Bedenken auch bezüglich der regelmäßigen Punktsysteme und der Raumgitter. Die thermischen Bewegungen der Atome sind nicht wie im amorphen Körper ungeordnet, sondern jede Bewegung zweier benachbarter Atome erfolgt in genau gleicher Weise.

Die gegenseitigen Beziehungen zweier benachbarter Knotenpunkte können also trotz der thermischen Bewegung erhalten bleiben.

2. Man könnte vermuten, derartige permanente stehende Wellen in Kristallen müßten auf photographischem Wege nachweisbar sein. Demgegenüber ist jedoch zu beachten, daß diese Wellenbewegungen schon in einem Abstande von wenigen Moleküldurchmessern sich gegenseitig derart stören müssen, daß sie nur noch als diffuse Bewegungen auftreten und dabei eine solche geringe Intensität besitzen, daß sie praktisch unwirksam sind. Zur Erzeugung photographisch auf größere Entfernungen wirksamer Intensitäten bedarf es der kräftigen von außen kommenden Wirkung der Kathodenstrahlen.

Die reguläre Anordnung der Knotenpunkte hat ein möglichst großes Zusammentreffen von Interferenzpunkten, also eine möglichst geringe Störung der Wellenbewegungen zur Folge. Wenn sich also vorher ungeordnete Atome derart aggregieren, daß das System der zugehörigen Knotenpunkte ein kubisches Gitter bildet, dann wird die Intensität der stehenden Wellen einen maximalen Wert erlangen; und setzen wir voraus, daß zwischen der Intensität dieser Wellen und der äußeren Umgebung ein Ausgleich stattfindet, so wird während der Kristallisation nach einem kubischen Gitter ein Maximum von kinetischer Energie an die äußere Umgebung abgegeben.

Die Anordnung der Knotenpunkte nach einem kubischen Gitter entspricht daher dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie.

Die Anordnung der Atomschwerpunkte erfolgt bei allen bisher bestimmten Kristallen nach dem vierfach kubischen oder vierfach rhomboedrischen Gitter, z. B. bei Diamant, Silicium, Kupfer, Silber, Gold, Bleiglanz, NaCl, LiCl, KCl, KBr, KJ, RbCl, RbBr, RbJ, CsCl, CsBr, CsJ, Flußspat, Zinkblende, Pyrit, Arsen, Antimon, Wismut, Kalkspat, Magnesit.

Beim Dolomit $CaMg(CO_3)_2$ ist an Stelle des einen der beiden Ca-Gitter + 4R das gleiche Mg-Gitter zu setzen[1]. Wenn wir also beim Dolomit Mg als Vertreter des Ca ansehen, so haben wir auch bei Dolomit die Anordnung nach dem vierfachen Grundrhomboeder.

---

[1] Vgl. A. Johnson, Die Anordnung der Atome in Kristallen. Jahrb. f. Radioaktivität und Elektronik. 1917. **14.** 100.

Bei dem vierfach kubischen Gitter bilden die vier nächst benachbarten Gitterpunkte ein reguläres Tetraeder und das System ist das kompakteste Raumgitter (vgl. p. 358). Ähnliches gilt für das vierfach rhomboedrische Gitter.

Die Orientierung der Atome scheint demnach, wenigstens bei den regulären Kristallen, nach den vier Tetraedernormalen zu wechseln, also ein **astatisches** System zu bilden, während die Schwerpunkte der Atome die kompakteste Anordnung einzunehmen streben.

10. Tabelle der Gewichte A, der Werte $1/R = \frac{A}{n}$ und der Volumina V der Atome (p. 404 u. 405).

Nach dem Atomvolumen gehören Ni und Co, Rh und Pd, Ir und Pt nicht in die gleiche Reihe wie $\dddot{\mathrm{Fe}}$, Ru und Os. Der Wert n ist für die Elemente variabel; für Fe z. B. gleich 2 oder 3 je nach der Valenz.

Sind verschiedene Elemente mit den gleichen anderen Elementen verbunden, so werden sie im allgemeinen ähnliche kristallographische Eigenschaften haben, und auch wohl regelmäßige Verwachsungen liefern, wenn sie einen ähnlichen Wert R haben. Isomorphe Mischungen können sie aber nur dann bilden, wenn sie auch annähernd gleichen Wert V haben.

Zu ersteren gehören die Cu- und die Ag-Verbindungen sowie die Ca- und die Sr-Verbindungen, zu letzteren die Ag- und die Au-, sowie die Sr- und die Ba-Verbindungen.

Doppelverbindungen finden sich bei solchen Elementen, bei welchen R annähernd gleich, dagegen die Werte V in einem einfachen Verhältnisse stehen, z. B. Ca und Mg sowie $\ddot{\mathrm{Fe}}$ und Mg.

Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung von Bruck a. d. Murr.

Von **Josef Stiny** in Feldbach.

Mit 1 Textfigur.

Aus der Steuergemeinde Forstwald bei Oberaich zieht über die sogen. Brandstätter Alpe, den Nordhang des „Schirling", die Utschgraben-Einhänge nächst der Weiglmühle, das Sammelgebiet des Mühlgrabens, den sogen. Steinschlagwald, Lebergraben, Jungfernsprung, den unteren Teil des Bretterkliebgrabens und den Ein-

ödwald ein Zug von Gesteinen zur Murr, die A. Miller[1] als Weißstein, F. Seeland[2] als Granulit, H. Foullon[3] aber als Phyllitgneis angesprochen hat. — Das porphyrische Aussehen vieler Vorkommnisse in diesem Zuge bewog mich, einige Abarten dieser Gesteine herauszugreifen und näher zu untersuchen. Es handelt sich vorwiegend um nachstehende Handstücke:

Handstück 44. Stadtforst Bruck a. d. Mur; Hangendes der dünnplattigen „Quarzite“ auf dem Wege zur Schweizeben.

„ 49. Brucker Stadtforst; Liegendgesteine im Hangenden des Gneises, Scherrgraben-Einzugsgebiet.

„ 96. Brucker Lehrforst; aufgelassener Steinbruch am Fuße der Jungfernsprung-Wand.

„ 148. Brucker Stadtforst; Einödwald westlich der Scherrhube.

„ 393. Brucker Stadtforst; Abt. 44 am Nordabhange des Mittagkogel (wahrscheinlich der „Zwölferkogel“ Seeland's) im Einzugsgebiete des Mühlgrabens.

„ 454. Brucker Lehrforst; Steinschlagwald, nahe Höhenmarke 1000 m am Zettelsteige.

„ 580. Utschgraben; Fußpfad vom Schraftnagel zum Oberbresler, Hangendes der Gneise.

„ 648. Utschgraben; Abstieg vom Unterbresler zur Weiglmühle.

„ 666. Brucker Stadtforst; Talerweiterung im Holzgraben bei der Lebergrabenmündung (südlich der Reppin-Quelle).

Die Farbe der vorliegenden Gesteine wechselt von grau (580, 666) bis weißlichgrau (44, 49, 96, 393, 454) und hellgräulichweiß (148, 648), meist mit einem Stich ins Grünliche. Das Gefüge ist schwach schieferig-flaserig (44, 49, 148, 393, 454, 580, 666), seltener dünnplattig-schieferig. Mit freiem Auge erblickt man milchweiße und rosa gefärbte (148, 393) Feldspäte, klare, fettigglänzende Quarzkörner, ab und zu kleine Nester von Biotitschüppchen (44, 96) und reichliche Massen von Muscovit-Sericit. Letztere umfließen meistens einzelne Körner oder ganze Körner-Gruppen von Quarzen und Feldspäten und rufen so eine Art Flaserung

---

[1] A. Miller, Bericht über die geographische Erforschung der Umgebung von St. Michael und Kraubath in Obersteier. 5. Bericht des Geogn.-montan. Ver. f. Steierm. Graz 1856.

[2] F. Seeland, Bericht über die geognostische Begehung der südöstlichen Umgebung von Leoben im Jahre 1853—1854. Ebenda.

[3] H. v. Foullon, Über die petrographische Beschaffenheit der kristallinen Schiefer der untercarbonischen Schichten usw. Jb. R. A. 1883. p. 207 ff.

hervor, die gegenüber der Schieferung bald mehr, bald weniger hervortritt. Das Gewebe gleicht bei den grobkörnigen Abarten völlig dem porphyrischen; in einer meist völlig dichten Grundmasse liegen reichliche Einsprenglinge von Quarz, Feldspat und auch Muscovit. Bei den feinkörnigeren Handstücken (96, 648) treten die Einsprenglinge sowohl an Menge als auch an Größe stark zurück.

U. d. M. löst sich die Grundmasse in ein Gemenge von verzahnt ineinandergreifenden Quarzkörnern, Sericithäutchen und Feldspatkörnern auf. Von den Einsprenglingen ist Quarz am reichlichsten vertreten. Ihm fehlt meist jegliche Eigenform, oft ist er gestreckt bis stengelig ausgewalzt (49, 96, 148, 393); Druckstreifung und wellige Auslöschung verraten innere Spannungen, ausgeheilte Klüfte und noch offene Risse und Sprünge sowie Verbiegungen und der Zerfall anscheinend einheitlicher Körner unter × N zeugen von stattgefundener Zertrümmerung. Einbuchtungen der Grundmasse, welche zungenartig in größere Quarzkörner eingreifen, deuten auf die Durchbruchgesteinsnatur der Felsart hin. Häufige Gäste im Quarz sind Sericitflinserchen, Feldspat, Zirkon, Glas, Erzstaub und Apatitnädelchen. Unter den Feldspäten herrscht zwillingsstreifiger, seltener perthitisch gegitterter Plagioklas im allgemeinen vor. Er zeigt selten Eigenform, fast immer ist er verrundet, zerbrochen oder verbogen. Reichliche Einschlüsse von Sericit, Apatit, Eisenerz, Quarz durchschwärmen ihn. Er gehört vorwiegend der Reihe Albit-Oligoklas an, basischere Mischungen sind seltener (44, 49). Der Orthoklas zeigt noch vorgeschrittenere Sericitisierung und Kaolinisierung als der trikline Feldspat. Größere Blättchen von Muscovit zeigen oft Verbiegungen und Zerbrechungserscheinungen. Sericit bildet ab und zu förmliche Pseudomorphosen nach Feldspat oder schmiegt sich oft innig an die Feldspatränder an, bringt, zu welligen Zügen angeordnet, Fluß in das Gesteinsgewebe, findet sich aber auch in förmlichen Linsen und Putzen. Seine Farbe zeigt zuweilen einen Stich ins Grünliche. Seltener ist echter Chlorit (454). Biotit enthalten die Handstücke 44 und 96; einzelne Blättchen schließen Sagenitgitter ein; die Färbung ist bald matt, bald tritt die Zweifarbigkeit kräftig hervor (a hell gelbgrün, b und c tief olivgrün). Erzkörner (Ilmenit) sind meist spärlich vorhanden; nur Schliff 96 und 454 sind reicher daran. In letzteren bilden die Erzkörnchen kürzere oder längere Züge, welche den Glimmerzügen folgen. Zu den selteneren Beimengungen gehören auch Epidot (44, 148, 393), Zoisit (96, 454), Klinozoisit (393), Titanit, Rutil (49), Zirkon, farbloser Granat (44) und Apatit.

Epidot und Klinozoisit sind Folgebildungen nach Feldspat und entstehen vielleicht dort, wo die Plagioklase Kalkstoff und Eisenerzeinschlüsse enthalten; ihre trüben, rundlichen Körner sind meist in Häufchen geschart.

	× Handstück 393	+ Handstück 148	1 Glimmerquarzit, Näsoddem	2 Gneisquarzit, Schapbachtal	3 Gneisquarzit, Plateau da Rims	4 Hälleflinta, Utö	5 Gneisquarzit, Enare	6 Sericitquarzit, Stalvedro	7 Schieferiger Porphyr der Windgälle	8 Windgällenporphyr, Typus IV	9 Windgällenporphyr, Typus V
						Analysenwerte					
SiO_2	80,57	75,60	76,19	80,89	90,44	85,18	80,67	90,10	76,93	74,80	76,41
TiO_2	0,16	0,17	—	0,41	0,33	0,15	0,42	Spur	—	—	—
Fe_2O_3	0,18	0.62	4,29	0,58	0,58	1,03	0,74	1,07	0,85	1,53	0,48
FeO	0,56	0,37	—	2,34	0,41	0,53	1,93	0,27	0,23	0,83	0,74
Al_2O_3	10,41	13.08	9,77	8,31	4,11	7,57	10,17	5,04	14,35	12,60	14,42
P_2O_5	0,02	0,11	—	—	—	—	Spur	—	—	—	—
CaO	0,10	0,10	—	0,48	0,34	0,83	0.93	0,38	1,29	0,79	1,43
MgO	1,29	1,95	1,33	1,22	0,36	0.67	1,14	0,48	0,12	0,17	0,24
S	0,03	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MnO	0,08	Spur	—	—	—	—	—	Spur	—	—	—
K_2O	1,27	1,81	3,82	2,00	1,26	2,66	2,49	1,62	0,60	4,83	3,88
Na_2O	4,10	4,08	1,39	2,83	0,57	1,30	1,47	0,25	2,71	2,54	0,63
H_2O bis 110°	1,13	0,09	} 1,45	0,92	0,05	—	} 0.20	0,07	} 1,01	1,08	1,02
H_2O von 110° bis 1250°	1,23	1,66			1,26	0,44		0,52			
CO_2	0,15	0,03	—	—	—	—	—	—	1,71	—	1,40
Summe	101,28	99.69	98,24	99,98	99,71	100.36	100.16	99,70	99.80	99,17	100,65
						Osann'sche Werte					
s	85,48	82,00	83,7	85.7	94,3	88.8	85,3	93,2	84,76	82,50	84,10
n	8,33	7,38	—	—	—	—	—	—	8,72	4,44	2,85
k	2,45	2,04	2,9	2,7	8,8	3,9	3,3	9,0	2,98	1,97	1,97
a	10,99	8,95	8.5	9,0	9,0	9,0	8,0	7,5	6,37	11,68	6,29
c	0,25	0,18	—	1,0	2.0	2,5	3,0	2,5	2,94	1,78	3,13
f	8,76	10,87	11,5	10,0	9.0	8,5	9,0	10,0	10,69	6,54	10,58

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Felso-keratophyr, Kupferberg	Desgleichen, Pasel a. d. Lenne	Desgl., Oberhunden	Desgl., Meinerzhagen	Desgl., Meinerzhagen	Desgl., Olpe	Schieferiger Quarzkeratophyr, Oberhunden	Keratophyr, Skarlet Point	Blasseneck-gneis, Rötz	Desgl., Himmelkogel	Desgl., Radmer
	Analysenwerte										
SiO_2	79,36	80,42	82,45	83,57	72,38	76,44	73,03	74,39	58,96	94,38	65,38
TiO_2	—	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fe_2O_3	} 0,63	1,22	2,54	} 2,04	2,83	0,29	2,64	1,35	} 6,14	0,63	2,48
FeO		0,62	—			0,51	—	—			
Al_2O_3	11,54	9,22	8,36	8,01	13,63	12,64	14,33	15,55	16,42	2,76	20,34
P_2O_5	—	0,06	0,15	—	—	0,19	Spur	—	—	—	—
CaO	0,50	0,86	1,73	0,50	1,10	—	0,74	0,48	4,13	—	1,21
MgO	—	0,34	0,32	Spur	Spur	0,27	0,41	0,33	2,53	0,06	0,71
S	Spur	0,04	—	Spur	Spur	—	—	—	—	—	—
MnO	1,35	—	—	—	1,69	—	0,69	0,22	—	—	—
K_2O	0,51	0,62	0,78	0,16	1,37	4,29	2,07	2,14	3,02	0,79	4,88
Na_2O	6,20	4,50	2,36	4,53	3,64	3,41	2,97	3,79	2,48	0,16	0,44
H_2O bis 110°	} 0,95	0,66	0,23	1,10	1,87	1,46	2,58	1,18	5,78	0,36	4,56
H_2O von 110° bis 1250°											
CO_2	—	0,98	1,04	—	1,23	—	—	—	—	—	—
Summe	101,04	99,67	99,96	99,91	99,74	99,50	99,46	99,43	99,46	99,14	100,00
	Osann'sche Werte										
s	83,83	85,98	88,19	88,77	80,63	84,05	81,29	82,40	68,26	97,00	76,67
n	9,50	9,60	8,24	9,77	0,80	5,50	6,60	7,30	5,55	2,37	1,20
k	1,95	0,92	3,71	2,92	2,07	1,98	2,17	2,06	1,32	16,96	1,93
a	14,85	12,48	8,76	15,50	7,45	14,26	7,10	9,77	4,66	5,86	4,70
c	1,09	1,76	5,82	0,78	2,01	—	1,34	0,73	4,85	—	1,72
f	4,06	5,76	5,42	3,72	10,54	5,74	11,56	2,06	10,49	14,14	13,58

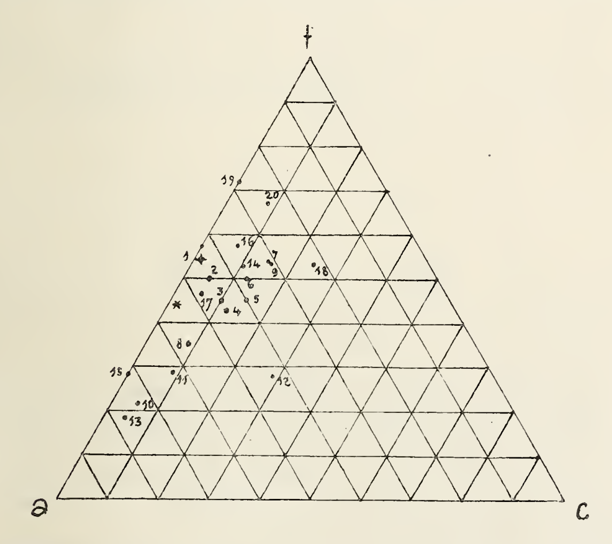
× Handstück 393. Brucker Stadtforst am Mittagkogel bei Oberaich. (Mühlgraben-Sammelgebiet.)
+ Handstück 148. Brucker Stadtforst, Einödwald.
1. Glimmerquarzit, Näsoddem, Christiania.
2. Kata-Gneisquarzit, Gneiswand, Schapbachtal im Schwarzwald.
3. Meso-Gneisquarzit, Plateau da Rims, Unterengadin.
4. Kata-Gneisquarzit („Hälleflinta") von Utö, Schweden.
5. „ Enare, Finnland.
6. Sericitquarzit, Stalvedro bei Airolo, Tessin.
7. Schieferiger Porphyr der Windgälle.
8. Porphyr der Windgälle, Typus IV.
9. „ „ „ „ V.
10. Ungeschieferter Felsokeratophyr von Kupferberg bei Wipperfurt.
11. „ „ „ Pasel a. d. Lenne.
12. Massiges, höchst festes und hartes Gestein an der Straße Oberhunden—Röspe.
13. Felsokeratophyr von Meinerzhagen (Steinbruch „Hohlinden").
14. „ „ „
15. Einsprenglingsarmer Quarzkeratophyr von der Rüblinghäuser Mühle bei Olpe.
16. Schieferiger Quarzkeratophyr von Oberhunden.
17. Mikrogranitischer Keratophyr von Skarlet Point auf der Insel Man.
18. „Körniger Blasseneckgneis" aus der hinteren Rötz, Mittel aus zwei Analysen.
19. Desgleichen vom Himmelkogel, Vordernberg N.
20. „ aus der Radmer.

1—6 nach U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer. Berlin 1910.
7—9 „ C. Schmidt, Geologisch-petrographische Mitteilungen über einige Porphyre der Zentralalpen und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. IV. 1886. p. 388 ff.
10—16 „ O. Mügge, Untersuchungen über die „Lenneporphyre" in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. VIII. 1893. p. 535 ff.
17 „ A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil. Stuttgart.
18—20 „ H. v. Foullon, Über die Grauwacke von Eisenerz. Der „Blasseneck-Gneis". V. R. A. 1886. p. 83 ff.

Gefüge, Gewebe, mineralogische Zusammensetzung und die Tracht einzelner Minerale sprechen dafür, daß die betrachteten Gesteine Durchbruchsgesteine in der äußeren Tracht kristalliner Schiefer sind. Diese Vermutung gewinnt eine starke Stütze an den Ergebnissen der Analysen, welche von Proben der Handstücke No. 148 und 393 ausgeführt wurden; sie sind nebst einigen Ana-

lysenergebnissen ähnlicher Gesteine in der tieferstehenden Tabelle zusammengestellt. Das Ausgangsgestein dürfte einem Keratophyr bezw. Quarzkeratophyr-Magma seinen Ursprung verdanken. Nach der Benennungsweise Grubenmann's würde das Gestein in seiner jetzigen Tracht als Gneisquarzit zu bezeichnen sein.

Tatsächlich liegen im Osann'schen Dreiecke (Fig. 1) den Analysenpunkten der Brucker Gesteine jene von mir errechneten des mikrogranitischen Keratophyrs von Skarlet Point auf der Insel Man (No. 17), des Porphyrs der Windgälle (No. 7, 8 und 9), sowie einiger sogen. Lenneporphyre (No. 11, 14 und 16) sehr nahe. Auch



die Beschreibungen, welche Schmidt und Mügge von diesen Gesteinen geben, decken Gemeinsames mit den Brucker Handstücken auf. Von den Analysenwerten der Quarzitgruppe, welche Grubenmann anführt, kommen jene des Glimmerquarzites von Nässodem (1), des Kata-Gneisquarzites von der Gneiswand im Schapbachtale (2), des Meso-Gneisquarzites vom Plateau da Rims (3), des Kata-Gneisquarzites („Hälleflinta") von Utö (4), des Kata-Gneisquarzites von Enare (5) und des Sericitquarzites von Stalvedro (6) den Porphyrabkömmlingen aus der Brucker Gegend nahe. Sonst lassen sich gewisse verknüpfende Beziehungen zu den „Blasseneckgneisen" aus der hinteren Rötz, am Himmelkogel und aus der Radmer nicht verkennen, welche H. v. Foullon ausführlich beschrieben und analysiert hat (18, 19 und 20).

Die von mir aus dem Utschgraben (580, 648) und vom Mittagkogel (393) angeführten Handstücke dürften sich ziemlich genau mit dem „sandsteinartig aussehenden, sehr licht grünlichgrauen Vor-

kommen im Hintergrunde des Mühlbachgrabens bei Bruck a. d. Murr (Zug 3 über dem ‚Weißstein‘)“ decken, das H. v. Foullon[1] als „Blasseneckgneis“ kurz beschrieben hat. Erst durch die Forschungen von Ohnesorge[2], Redlich[3] und Heritsch[4] wurde die porphyrische Herkunft so mancher Gesteine der „Grauwackenzone“, darunter auch der „Blasseneckgneise“ aufgedeckt, obwohl Jahrzehnte vorher bereits Pichler[5] auf das Vorkommen eines porphyrischen Schiefers bei Fieberbrunn am Pillersee hingewiesen hatte. Durch die Auffindung von durch gebirgsbildende Kräfte veränderten Porphyrabkömmlingen bei Bruck a. d. Murr erscheint die Reihe derartiger Vorkommen in der Grauwackenzone Obersteiers vermehrt, und es wird Aufgabe einer folgenden Untersuchung sein, die tektonischen und petrographischen Beziehungen dieser schieferig-flaserigen Porphyrabkömmlinge zu ihren Nachbargesteinen festzustellen.

Feldbach, im Mai 1917.

Ekzeme und Tektonik.

Von **R. Lachmann** †.

Mit 5 Textfiguren.

Die durch den deutschen Kalibergbau veranlaßte Untersuchung der dyadischen Salzmassen in Nord- und Mitteldeutschland hat, ungeschadet der besonderen Deutung der verschiedenen Beobachter, das eine gemeinsame Ergebnis gezeitigt, daß man angefangen hat, das Problem der Salzformung von demjenigen der Formung des Untergrundes losgelöst zu betrachten.

Die Salzmassen verfolgen kraft ihres besonderen physikalischen Verhaltens, kraft ihrer Plastizität, ihrer Neigung zur Rekristallisation und kraft ihres geringen spezifischen Gewichtes die Tendenz, sich

---

[1] H. v. Foullon, Über die Verbreitung und Varietäten des „Blasseneckgneis“ und zugehöriger Schiefer. V. R. A. 1886. p. 111 ff.

[2] Th. Ohnesorge, Über Silur und Devon in den Kitzbüchler Alpen. V. R. A. 1905. p. 373 ff.

[3] K. Redlich, Die Eisensteinbergbaue von Peyerbach—Reichenau. Berg- u. Hüttenm. Jahrb. 1907.

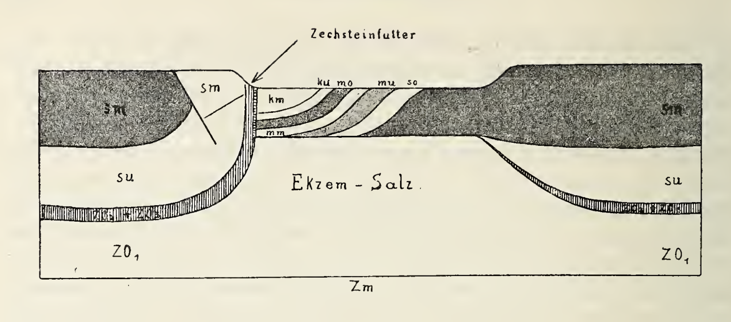
[4] Fr. Heritsch, Zur Genesis des Spateisensteinberges des Erzberges bei Eisenerz. Mitt. d. Wien. Geol. Gesellsch. 1908. p. 396; — Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltentales. Mitt. nat. Ver. f. Steierm. 48. p. 3 ff. (Mit vielen sehr ausführlichen Beschreibungen von Dünnschliffen ähnlicher Gesteine, wie die von mir angeführten.)

[5] A. Pichler, Beiträge zur Geognosie Tirols. N. Jahrb. f. Min. etc. 1875. p. 926 ff.

an dazu prädisponierten Stellen zu akkumulieren in Form von unregelmäßigen Prismen oder Zylindern, welche ich Ekzeme genannt habe. Diese Gebilde wachsen kontinuierlich aus der nährenden Zechsteinschicht hervor oder werden, was lediglich ein anderes Bild für denselben Vorgang ist, durch die lastenden Nebengesteinsschichten herausgedrückt. Sie würden nach Arrhenius erst bei einer Herausragung um ein Zehntel ihrer Höhe, also als Salzberge von 500 m Höhe, zu wachsen aufhören, wenn die Zechsteinformation 5 km tief gelagert ist. Daß wir das nicht beobachten können, beruht auf der Lösung der Salzstöcke durch Grundwasser. Immerhin ragen bei uns die Ekzeme Helgoland, Lüneburg, Segeberg und Sperenberg 40—80 m über ihre Umgebung empor. Es dürfte bekannt sein, daß über die relative Bedeutung der drei oben genannten Faktoren des Ekzemwachstums die Meinungen noch auseinandergehen. Ich will für heute aber einen anderen Punkt berühren, nämlich die Frage, ob die Ekzeme, die ja ihrer Beschaffenheit nach atektonisch genannt werden müssen, ihrer Lage nach an bestimmte Linien der Gebirgsbildung geknüpft sind.

Zur Lösung dieser Frage ist nun, wie mir scheint, der deutsche Boden ein recht ungeeignetes Feld. Ist doch Nord- und Mitteldeutschland, wie auch in Gegenden mangelnder Zechsteinbedeckung festgestellt werden kann, in jüngeren Zeiten aufs intensivste disloziert worden. Es ist daher ganz selbstverständlich, daß wir, sobald im Tiefland ein Salzstock hervorragt, geneigt sind, ihn als Sattel einer bis ins mitteldeutsche Hügelland hindurch zu verfolgenden tektonischen Linie aufzufassen. Es ist aber ebenso berechtigt, daß für denjenigen, der von den oben skizzierten Phänomenen der Salzlagerstätten ausgeht, das tektonische Bild von Mitteldeutschland ins Schwanken gerät. Vielleicht haben wir uns den tektonischen Bau des Untergrundes viel einfacher zu denken: vielleicht existiert zwischen Harz und Flechtinger Höhenzug nur ein einziges weit gespanntes Versenkungsbecken wie zwischen Harz und Thüringer Wald, und alles, was wir als Salzgitterschen Sattel, als Elm, Hackel, Lappwald, kurzum als kleinere Einheiten zwischen den genannten varistischen Horsten unterscheiden, vielleicht ist das alles nur Scheinarchitektur, welche die ekzematischen Bewegungen des Salzes dem Deckgebirge aufgeprägt haben, während der Boden ungestört unter diesen tektonischen Kleinformen hindurchzieht. Zu einer solchen Auffassung gelangt man, wenn man z. B. das neue Profil betrachtet, welches Keilhack in dem neu erschienenen Blatt Staßfurt durch den Staßfurter Sattel hindurchgelegt und bei dem er sicherlich nicht ohne Grund den mittleren Zechstein unter der Sattelwölbung des Salzes ungestört hindurchgehen läßt.

Die Entscheidung über die Frage, ob der Bau der kleineren Einheiten von Norddeutschland ekzematischer oder tektonischer



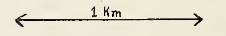


Fig. 1. Atektonisches Ekzem des zwischen Harz, Thüringer Wald und Rheinischem Schiefergebirge beobachteten Typs.

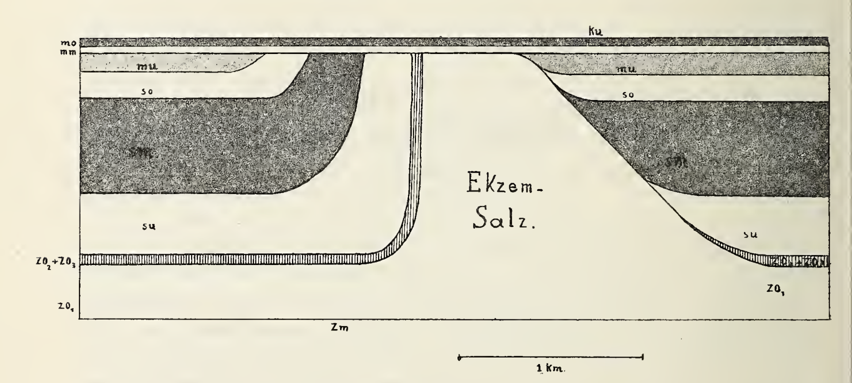
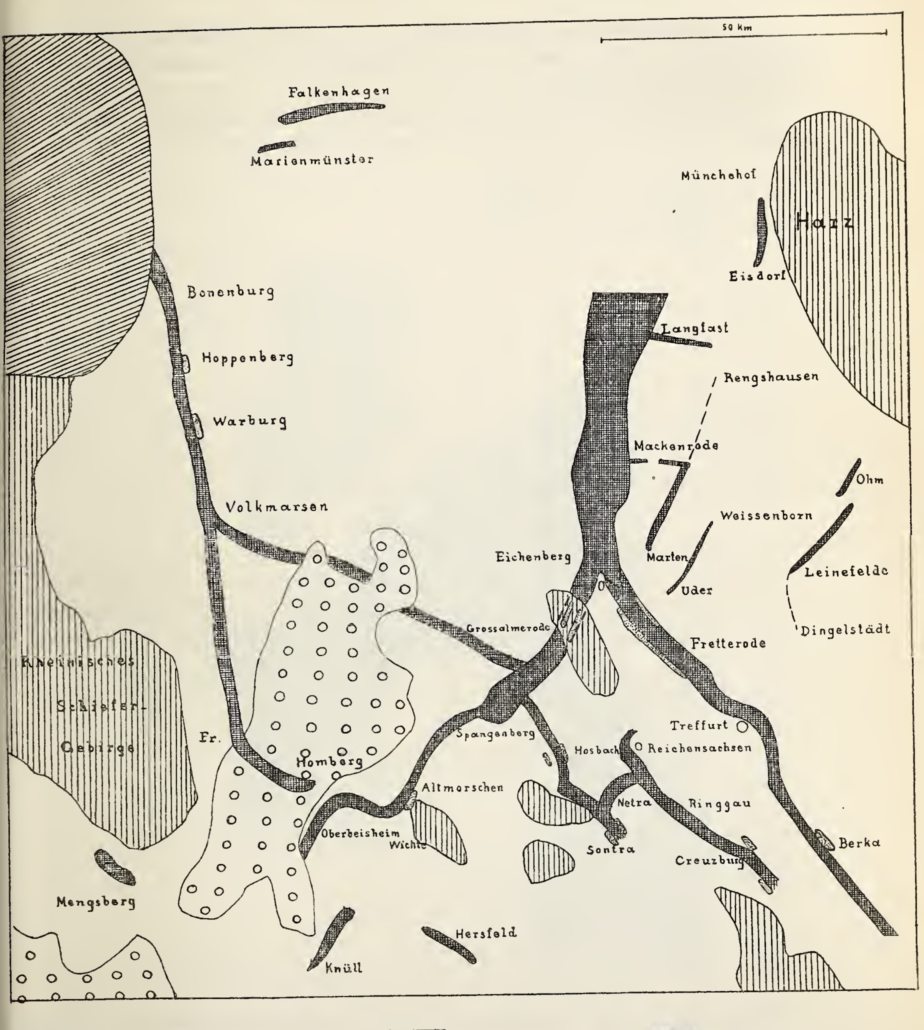


Fig. 2. Einseitiges Ekzem vor Beginn der Auslaugung (ähnlich dem im Allertal beobachteten Vorkommen).

Erklärung zu Fig. 1 und 2.

Zo = oberer Zechstein,
Su = unterer, Sm = mittlerer, So = oberer Buntsandstein,
Mu = unterer, Mm = mittlerer, Mo = oberer Muschelkalk,
Ku = unterer, Km = mittlerer Keuper.

Natur ist, kann nun exakt nur durch Tiefbohrungen geführt werden, welche bis auf den Boden der Salzstöcke herunterreichen, und derartige Tiefbohrungen liegen nun leider nur in sehr beschränkter Anzahl vor. Wir sind daher vorläufig in der Frage auf Wahrscheinlichkeitsgründe angewiesen, von denen ich einige namhaft machen will, und zwar einige, die für, und andere, die gegen die rein ekzematische Natur bisher für tektonisch gehaltener Gebirgszüge sprechen.



Die ungestörten Schichten sind weiß gelassen.

Fig. 3. Skizze der Ekzemstreifen (Gräben) in Mitteldeutschland.

Für nicht tektonisch halte ich zunächst die ganze Gruppe der Gräben, die für das Gebiet zwischen Harz, Thüringer Wald und Rheinischem Schiefergebirge kennzeichnend ist. Die Gräben sind meines Erachtens nach dem Schema von Fig. 1 gebaut.

Sie verdanken ihre Entstehung einer tiefen Auslaugung von Ekzemstreifen. Vor Beginn der Auslaugung haben sie das Aussehen von Fig. 2 gehabt.

Die Gründe für diese Auffassung sind die folgenden: Die Gräben, deren Verlauf schematisch auf der beifolgenden Fig. (3)

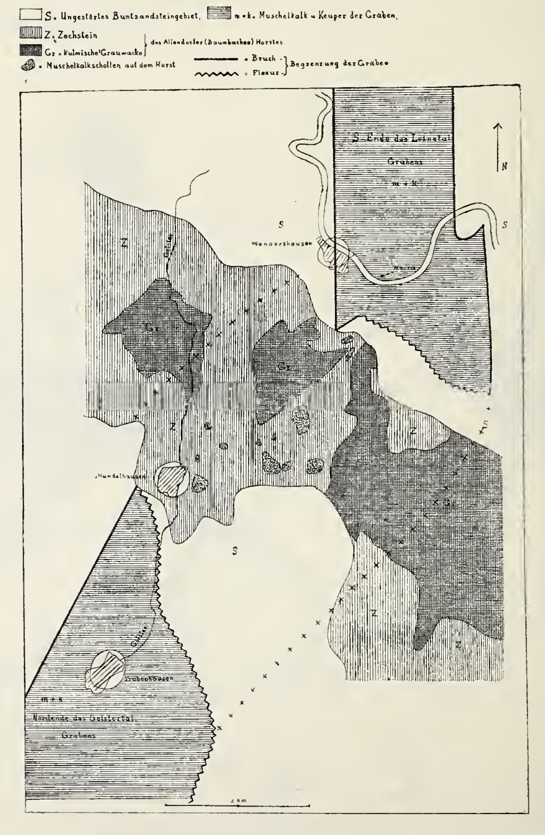


Fig. 4. Skizze der Lagerungsverhältnisse im unteren Gelstertal.

dargestellt ist, sind nur in die Schichten bis zum Zechstein eingelassen und hören an denjenigen Stellen auf, an denen durch tektonische Bewegung hyposalinare Schichten entblößt sind. Es sind das zwei Vorkommen:

Die erste derartige Stelle bei Hundelshausen im unteren Gelster Tale habe ich ausführlich in meiner Habilitationsschrift geschildert. Die Verhältnisse sind aus der beigefügten Skizze zu entnehmen (Fig. 4).

Bei Wendershausen am linken Ufer der Werra trifft der südliche Ausläufer des Göttinger Leinetalgrabens auf den aus Zechstein und älterer Grauwacke bestehenden Allendorfer Rundhorst auf. Der Graben, der sich schon nördlich der Werra bei der Annäherung an das ältere Gebirge von 8 auf 2 km verschmälert hat, immerhin aber noch Keuper gegen mittleren Buntsandstein verworfen zeigt, geht südlich der Werra plötzlich in eine einfache quer verlaufende Flexur über, wobei sich der Buntsandstein dem Streichen des älteren Gebirges anpaßt.

Ebenso läuft auf der anderen Seite des Horstes der Gelster Talgraben in eine schmale Spitze aus, welche im Westen durch die fortstreichende Grabenrandspalte, im Osten durch eine in das Fortstreichen einlenkende Flexur gebildet wird.

Schon diese Tatsache, daß nämlich Gräben, die einen Verwerfungsbetrag bis 1000 m besitzen, einfach aussetzen, sobald sie einer geringen Aufwölbung des Untergrundes begegnen, ist meines Erachtens nur dadurch zu erklären, daß diese Gräben nicht in das aufgewölbte Gebirge unter dem Salz hereinreichen. Dazu treten aber noch folgende Erscheinungen:

a) Auf der Höhe des Horstes, und zwar in dem Streichen zwischen den beiden Gräben, sind etwa ein Dutzend Schollen von Muschelkalk bekannt geworden, welche und zwar nur dem salzführenden Teile dieser Formation aufgelagert sind. Bei den schlechten Aufschlüssen will ich zugeben, daß, wie von anderer Seite eingeworfen ist, einzelne Schollen dem Zechsteingips nicht nur auf-, sondern eingelagert sind. Das ist bei der unregelmäßigen Auslaugung des Untergrundes nur zu erklärlich. Hingegen zeigt das Vorkommen am Gottesberg oberhalb Hundelshausen, wo an der West- und Nordseite durch Erosion die Grenzfläche Muschelkalk—Zechsteingips bloßgelegt ist, daß in der Tat, wie auf der Moesta-Beyschlag'schen Karte richtig dargestellt ist, eine übergreifende Lagerung der beiden Formationen aufeinander vorliegt.

b) Bei Hundelshausen zeigt der Zechsteingips allein über Tage eine Mächtigkeit von 60 m, die Gesamtmächtigkeit dürfte heute noch das Doppelte betragen. Diese Tatsache verträgt sich sehr schlecht mit den geringen Resten von Zechsteingips, die sich sonst rings um den Allendorfer Rundhorst zeigen; sie wird aber leicht erklärlich, wenn wir uns das Vorkommen bei Hundelshausen als ein Ekzem vorstellen, bei dem die Auslaugung das Endstadium erreicht hat, bei dem also die überlagernden Gebirgsschichten von Fig. 2 auf den mit Gipsresiduen angefüllten Ekzemboden zu liegen kommen.

c) Bei dieser Deutung wird auch eine dritte Erscheinung verständlich, welche sich nur gezwungen auf rein tektonischem Wege auflösen läßt; sämtliche Kontakte innerhalb des auf der Skizze ausgeschiedenen Streifens sind nämlich anormal insofern,

als sich Zechstein und Buntsandstein in dem umschriebenen Gebiete stets in zweiseitiger Diskordanz begegnen. Es fehlen nämlich an allen Aufschlüssen Teile des oberen Zechsteins und Teile des unteren Buntsandsteins. Dasselbe Bild muß sich notwendigerweise ergeben, falls das Ekzem, auf dessen Auslaugung die Grabenbildung beruht, die in Fig. 2 gezeichnete einseitige Form gehabt hat. Ähnliche Profile hat an einem bestehenden Ekzem Kirschmann aus dem Allertale gezeichnet. Die Ausbildung eines derartig schiefen Salzprismas ergibt nun einerseits die Flexurbegrenzung im Gelster Talgraben und bei Wendershausen im Gegensatz zur westlichen Bruchbegrenzung, und ergibt andererseits bei vollständiger Auslaugung die geschilderte Schichtenlücke an der Grenze Buntsandstein—oberer Zechstein.

Der Gelster Talgraben setzt sich über Lichtenau und Spangenberg in südwestlicher Richtung fort und überquert bei Alt-Morschen das Fuldatal, um bei Wichte eine Streichknickung nach Westen und bei Ober-Beisheim eine Rücklenkung in die Südwestrichtung zu erfahren.

Bei Alt-Morschen ist nun die zweite Stelle, an der das mitteldeutsche Grabensystem sich mit einem Horst begegnet, und zwar ist es das Grauwacken- und Zechsteingebirge von Baumbach, welches sich am Grunde des Fuldatales mit einer Nord-West gerichteten Spitze gegen den Graben vorschiebt (siehe Fig. 5). Man sieht nun auf der von Beyschlag gezeichneten geologischen Spezialkarte deutlich folgendes: Der Graben weicht mit seiner süd-östlichen Begrenzung dem Zechsteinvorsprung aus. Besonders deutlich zeigt sich das an der zur Grabenlinie an einer Flexur hinabgebogenen Grenze zwischen mittlerem und unterem Buntsandstein, wie auf der Skizze gezeichnet ist. Von der durch Kreuze angedeuteten Linie an tritt das Auskeilen der Bröckelschieferletten und des unteren Buntsandsteins einerseits, der hyposalinaren Schichten des Zechsteins andererseits ein, bis schließlich auf beiden Seiten des Fuldatales, am Steinbruch oberhalb Heydau, sowie am Gipshaus bei Neu-Morschen die diskordante Auflagerung von Buntsandstein auf Letten des Zechsteins zu beobachten ist. Eine in der Talniederung zwischen Alt- und Neu-Morschen angesetzte Bohrung würde Muschelkalk und darunter direkt oberen oder gar mittleren Zechstein antreffen. Die Kreuzlinie zeigt also ungefähr an, wo der Südostfuß des Ekzems unter dem Graben zu suchen ist, der Nordwestfuß fällt dagegen mit der Randspalte zusammen unter der in Fig. 1 schematisch dargestellten Annahme, daß hier eine senkrechte Aufrichtung des Ekzems die Ausbildung einer steilen Verwerfung veranlaßt hat. Um zusammenzufassen: An beiden in Betracht kommenden Stellen ist aus der Kartierung abzuleiten, daß die mitteldeutschen Gräben überhaupt nicht in den Untergrund hineinreichen, sondern

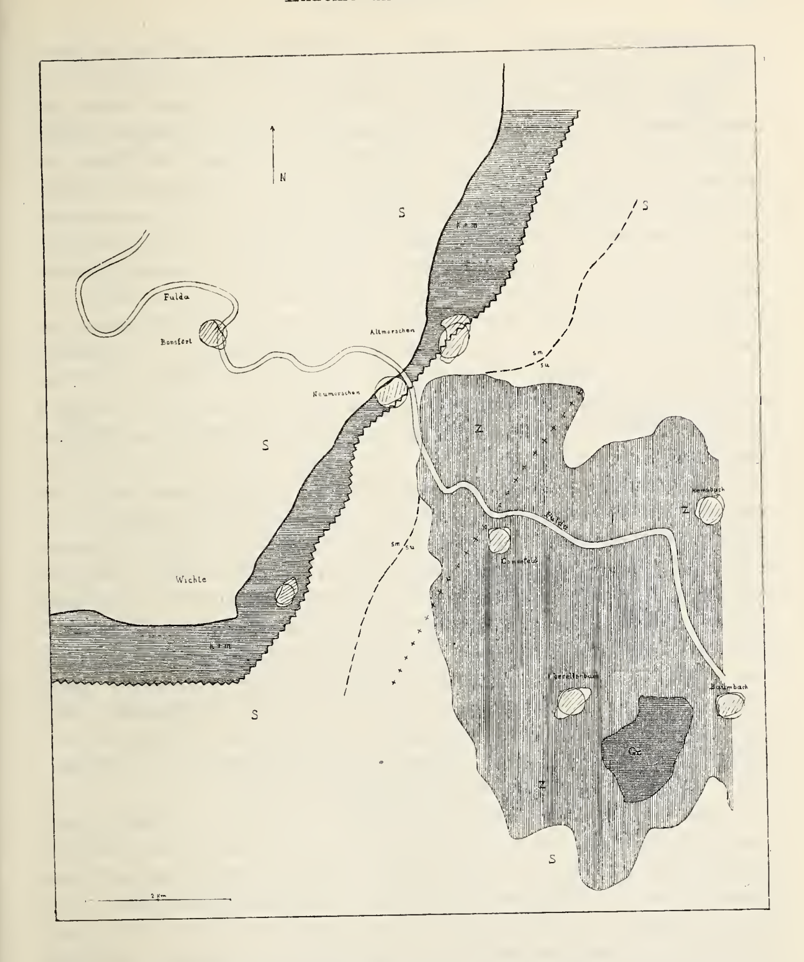


Fig. 5. Zusammentreffen des mitteldeutschen Grabensystems mit dem Horste des Grauwacken- und Zechsteingebirges von Baumbach bei Alt-Morschen an der Fulda.

S = ungestörtes Buntsandsteingebiet,
Z = Zechstein,
Gr = kulmische Grauwacke,
K + M = Keuper und Muschelkalk,
Gezackte Grenze = Flexur,
——— = Bruch,
++++ = Auskeilen des unteren Buntsandsteins einerseits und der hyposalinaren Schichten des Zechsteins andererseits.

vielmehr lediglich in die Deckschichten der Zechsteinsalze eingesenkt sind.

Eine zweite bemerkenswerte Tatsache, die bisher zwar auf verschiedenen Kartenblättern dargestellt, aber niemals erklärt worden ist, ist das Auftreten paläozoischer Schichten im Zuge der Gräben. Es sind nämlich an folgenden Stellen Zechsteinstreifen, und zwar immer am Rande der schmalen Gräben beobachtet worden: am Hoppenberg bei Bohnenburg, bei Warburg, bei Berka und in einem besonders langen Streifen bei Fretterode im Graben Eichenberg-Gotha, ferner bei Creuzburg, verschiedentlich in der Nähe von Sontra und Hosbach und endlich an den beiden ausführlicher beschriebenen Stellen Alt-Morschen und Hundelshausen. Außerhalb des Bereiches unserer Skizze treten ferner unter ähnlichen Verhältnissen Zechsteinschollen in triassischen Gräben auf bei Urspringen und an mehreren Stellen an der Schmalkaldener Störung bei Wahles und Benshausen.

Das Auftreten des Zechsteins ist in allen diesen Fällen an schmale Zonen unmittelbar an die Grabengrenze gebunden. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß die Erscheinung von Zechsteinschollen in Gräben eine weit größere Verbreitung besitzt. Machen wir uns nur klar, daß die tektonischen Gräben meist auch morphologisch als Täler ausgebildet sind. Dann sind aber bekanntlich gerade die Grabenspalten von dem Schutt der die Täler flankierenden Bergzüge verhüllt, und die Auffindung der häufig nur wenige Meter breiten Dolomiten, Rauchwacken und Letten des Zechsteins wird der Aufmerksamkeit des kartierenden Geologen um so leichter entgehen, als man gerade an dieser Stelle wohl bisher am wenigsten das Augenmerk auf alte Schichten gerichtet hat.

Es ist nun ferner bemerkenswert und bedarf dringend der Aufklärung, daß an sämtlichen 12 Stellen, an denen also im Bereich des Grabens, in der Regel in der Nachbarschaft von Muschelkalk und Keuper unvermutet im Buntsandsteingebiet altes Gebirge auftaucht, daß an all den angeführten Stellen stets nur Schichten auftreten, welche über Zechsteinsalz gelegen sind. Meistens sind sie ohne weiteres als Letten des oberen Zechsteins (zo 1 oder zo 3) oder als Plattendolomit (zo 2) kartiert worden; in anderen Fällen sind Rauchwacken für mittleren Zechstein angesprochen worden, andernorts wurde einfach nur die Zechsteinnatur der Schollen festgestellt. Ich habe sämtliche Vorkommen in den letzten Jahren besucht und mich davon überzeugt, daß an keiner Stelle in den Gräben etwa der eigentliche Zechsteinkalk, Kupferschiefer oder Zechsteinkonglomerate, geschweige denn ältere Formationen auftreten, und daß selbst an den Stellen, wo Rauchwacken des mittleren Zechsteins kartiert worden sind, diese Schollen einem Niveau über dem an mehreren Stellen erbohrten Salzlager der mittleren Stufe angehören. Es wird außerordentlich schwer halten, diese Tatsache

rein tektonisch zu begründen. Sollen wir etwa annehmen, daß große Teile dieser Gräben ehemals Horste gewesen sind, in denen nur Schichten bis zum mittleren Zechstein herab sich über den Buntsandstein der Umgebung emporgehoben haben, um dann genau in derselben Breite als schmale Gräben wieder einzubrechen? Fassen wir aber die Gräben als durch Senkung oder Zerrung entstanden auf, so besteht absolut kein mechanischer Grund, das Auftreten dieser schmalen Klemmstreifen von Zechstein an den Grabengrenzen verständlich zu machen.

Hingegen ergibt sich eine einfache Deutung bei der von mir vorgeschlagenen Entstehung der Gräben als Auslaugungskanäle über Ekzemstreifen.

Der Salzstrom schleppt, wie wir in Hannover beobachten können, an seinen Rändern kleinere und größere Schollen der Deckschichten mit empor, und so sind auch bei der Ausbildung der mitteldeutschen Grabenekzeme an mehreren Stellen die Salzdeckschichten der Zechsteinformation, eventuell bis zu den Grauwacken des mittleren Zechsteins herab, im Salz an der Grenzfläche emporgezogen worden. Später kamen diese Streifen von Ekzemfutter bei der in Fig. 1 und 2 schematisch veranschaulichten Auflösung zwischen Graben und Nebengebirge verklemmt zu liegen und wurden schließlich an günstigen Stellen durch die Erosion entblößt. Bisher übersehene Zechsteinausfütterung der Gräben ist also ein gewichtiger Grund für ihre Deutung als Salzlinien.

Ein dritter Grund für meine Auffassung ist die Tatsache, daß sich die Gräben auch geophysikalisch wie echte Ekzeme verhalten. Es ist bekannt, daß Arrhenius die Ursache des Ekzemwachstums in einer Störung der Isostasie erblickt hat, und isostatische Störungen in der Erdrinde werden bekanntlich als Massendefizit oder Massenüberschuß durch Schweremessungen festgestellt.

Jedes Ekzem muß an der Oberfläche durch Pendelversuche nachweisbar sein, und in der Tat läßt sich zeigen, daß der größte Teil der von dem preußischen geodätischen Institut in Norddeutschland festgestellten Schwereanomalien (Massendefizite) in der Nähe von heute bekannten Ekzemen liegt.

Nun ist andererseits bekannt, daß echte tektonische Gräben, beispielsweise Rheintalgraben, ost-afrikanische Gräben, Tiefseegräben einen Massenüberschuß durch vermehrte Schwere zu erkennen geben, eine Erscheinung, die bekanntlich als isostatische Kompensation gedeutet wird. Mit dieser Regel befinden sich unsere mitteldeutschen Gräben im Widerspruch insofern, als z. B. im Leinetalgraben keine Kompensation, sondern im Gegenteil ein Massendefizit festgestellt wurde. Die mitteldeutschen Gräben verhalten sich also auch geophysikalisch nicht wie tektonische Gräben, sondern wie Ekzeme.

Viertens ist anzuführen, daß das ganze Phänomen der Grabenbildung in Mitteldeutschland in mehr als einer Hinsicht aus dem gewohnten Bild der Tektonik herausfällt. Das ganze Gebiet zwischen Harz und Schiefergebirge erhält, wenn wir uns die Gräben fortdenken, die einfache Plateauform, wie sie im übrigen Mitteldeutschland, in Thüringen, Franken, Bayern außerhalb der Alpen zu finden ist.

Vom Rheintalgraben, überhaupt von echten tektonischen Gräben unterscheiden sie sich durch folgende Eigenschaften: Geringe Breite (zwischen 0,5 und 8 km) im Vergleich zu einer großen Länge (420 km im Bereich der Skizze) und verhältnismäßig beträchtlicher Sprunghöhe (durchschnittlich 1000 m beim Leinetalgraben). Auffallende und tektonisch ungewohnte Züge sind ferner die häufigen Dichotomien ohne Durchsetzen der Verzweigungen durcheinander. Schwer erklärlich auf rein tektonischem Wege bleibt auch die Erscheinung der Umlenkung im Streichen der Gräben, wobei das doppelte Knie Ober-Beisheim—Wichte besonders in die Augen fällt. Eine derartige Erscheinung ist jedenfalls weder durch Zerrung, noch durch Faltung erklärbar, und auch wenn wir Senkung annehmen, muß schon ein besonderer Anlaß vorliegen, wie ihn eine Ekzemauslaugung bilden kann. Die Richtung der Gräben verfolgt übrigens keinen irgendwie erkennbaren tektonischen Bauplan. Man sieht, daß jede Himmelsrichtung durch Grabenstrecken belegt werden kann; zwar zeigt sich eine Bevorzugung der Nordwestrichtung mit 140 km Grabenstrecke, aber die Nordsüdrichtung (110 km) und die Nordostrichtung (105 km) stehen nicht weit hinter dieser Hauptrichtung zurück, und auch das letzte Viertel der Windrose, die Ostwestrichtung, wird auf 65 km Länge von den Gräben eingehalten. Lösen wir nun die genannten Gräben aus dem Bauplan der mitteldeutschen Gebirge heraus, so ergibt sich vor allem, daß die nordwestlichen Züge noch markanter hervortreten, als es bisher der Fall war. Die wichtigsten nordsüdlichen oder rheinischen Linien sind fortgefallen, und was übrigbleibt, ist eine Schollenstruktur, in der zwar sämtliche Himmelsrichtungen eine Rolle spielen, in der aber eine dominierende Stellung lediglich den nordwestlichen oder sudetischen Linien vorbehalten ist. (Es handelt sich dabei natürlich nur um das mesozoische Deckgebirge.)

Eine zweite Stelle, in der meines Erachtens die heutigen Aufschlüsse genügen, um die tektonische Vorstellung auszuschalten, ist der sog. Teutschenthaler Sattel, westlich von Halle. Hier erhebt sich bekanntlich zwischen dem Muschelkalkbecken Halle—Mansfeld und dem ebenfalls von Muschelkalk erfüllten Querfurther Becken ein Buntsandsteinsattel, welcher die Verbindung zwischen dem paläozoischen Hornburger Vorsprung des Harzes und dem alten Gebirge von Halle darzustellen scheint. Ich habe nun feststellen können, daß dieser Buntsandsteinsattel atektonischer Natur ist,

weil die aus den Tiefbohrungen erkennbaren Isohypsen im mittleren Zechstein aus dem südlichen Becken um den Hornburger Vorsprung herum in die Mansfelder Bucht hineintreten derart, daß der Untergrund sich kontinuierlich unter der Buntsandsteinkuppe gegen Südosten zu senkt. Wir haben also hier, ähnlich der von Keilhack bei Staßfurt vermuteten Erscheinung den Fall vor uns, daß, wie durch Tiefbohrungen nachweisbar wurde, eine bisher für tektonisch gehaltene Wölbung der Deckschichten lediglich durch eine ekzematische Anschwellung des Zechsteinsalzes veranlaßt wurde.

Nachwort des Herausgebers:

Zusammenfassung.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Frage des Aufbaues der Salzekzeme und ihrer Umgebung ist die vorliegende, leider unvollendet hinterlassene Arbeit Lachmann's, in der das neue Moment der Berücksichtigung der experimentell (d. h. durch Pendelmessungen) feststellbaren Schwereverhältnisse besondere Wichtigkeit beansprucht. Die wichtigsten Ergebnisse dürften die folgenden sein:

1. Im Fuldatal (bei Baumbach) und bei Hundelshausen (im S des Leinetalgrabens) ist schon aus der geologischen Kartierung abzuleiten, daß die mitteldeutschen Gräben überhaupt nicht in den Untergrund hineinreichen, sondern vielmehr lediglich in die Deckschichten der Zechsteinsalze eingesenkt sind.

2. Die schmalen eingeklemmten Zechsteinstreifen, welche zwischen dem Buntsandstein der Hochfläche einerseits, dem Keuper und Muschelkalk der Gräben andererseits auftreten, gehören an allen 12 vom Verf. untersuchten Stellen zu den Schichten über dem Zechsteinsalz (d. h. dem Plattendolomit oder ob. Zechsteinletten); Zechsteinkalk, Kupferschiefer und Konglomerate fehlen stets. Das aufsteigende Salz hat diese kleinen Bruchstücke vom oberen Zechstein als „Ekzemfutter“ mit emporgeschleppt.

3. Die Gräben sind also nicht tektonische Einbrüche, sondern sind durch Auslaugung und Einsturz des unterwühlten Hangenden entstanden, d. h. als atektonische Ekzemstreifen zu deuten.

4. Da die Ekzementstehung auf einer Störung des isostatischen Gleichgewichtes beruht (Arrhenius), stellen die Salzlinien und atektonischen Salzgräben Zonen eines Massendefizits dar, wie aus den Schweremessungen (d. h. den Pendelversuchen des Kgl. Preuß. Geodät. Institutes)[1] hervorgeht (Leinetalgraben). Dagegen besitzen echte tektonische Gräben (d. h. Rheintal, ostafrikanische Brüche und

[1] Vergl. Die Höhenbestimmungen der Kgl. Preuß. Landesaufnahme d. Provinz Rheinland. 1. Heft. Berlin 1885, und Nivellements-Ergebnisse d. Kgl. Preuß. Landesaufnahme. Heft XII. Rheinprovinz. Berlin 1898.

pazifische Tiefseegräben) infolge der vermehrten Schwere einen Massenüberschuß.

5. Somit ist auch auf geophysikalisch-experimentellem Wege der atektonische Ursprung des Leinetales und des Gelstertalgrabens u. a. sichergestellt.

6. Rein morphologisch unterscheiden sich die atektonischen Gräben vor allem durch geringe Breite (0,5—8 km), sehr bedeutende, d. h. unverhältnismäßige Länge (bis 420 km) und Sprunghöhe (bis 1000 m), sowie die unbestimmte, wechselnde Richtung von den echten tektonischen Einbrüchen.

7. Wahrscheinlich bilden auch die sonstigen Erhebungen in der Umgebung des Harzes — Elm, Hackel, Lappwald — nur ekzematische Erhebungen, d. h. eine Scheinarchitektur.

8. Bei manchen atektonischen Sätteln und Gräben (Allertalgraben n. Kirschmann), Staßfurter Sattel n. Keilhack, Teutschenthaler Buntsandsteinsattel n. Lachmann) ist die ungestörte Lagerung des unter dem Salz lagernden (hyposalinaren) Untergrundes durch Bohrungen oder durch Vergleich der Isohypsen nachgewiesen worden.

Durch die überaus klare Darstellung der atektonischen Faltung und der gleichartigen Einbrüche widerlegt Lachmann den seither gemachten, ohnehin wenig aussichtsvollen Versuch, die saxonische „Faltung“ zu retten. **Frech.**

Eine neue Crustaceen- (Mysidaceen-) Form aus dem lithographischen Schiefer des oberen Jura von Franken.

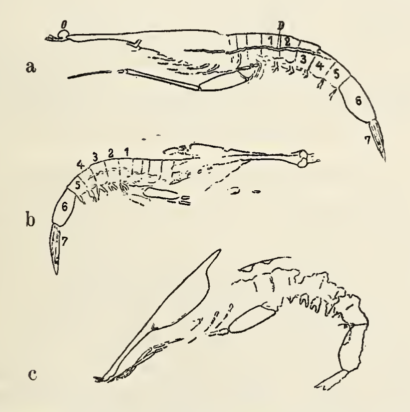
Von **F. Broili.**

Mit 3 Abbildungen.

Durch Herrn Verwalter Grimm, dessen eifrigen Aufsammlungen im lithographischen Schiefer Frankens die Münchner Sammlung schon manches interessante Stück zu verdanken hat, erhielt ich kürzlich die Reste von vier kleinen Krebsen vorgelegt, die zwar in ihrer Erhaltung viel zu wünschen übrig, aber immerhin so viel erkennen lassen, daß es sich bei ihnen um eine unbekannte oder vielleicht auch nur übersehene Form handelt. Außer diesen Stücken entdeckte ich nämlich unter den „Dubia“ unserer Sammlung ein 5. Exemplar, das allerdings auch nicht durch gute Erhaltung ausgezeichnet ist.

Die Reste gehören einem langgestreckten, kleinen Thoracostracen an, dessen Größe von den Augen bis zum Hinterende bei den vorliegenden Stücken zwischen 4 und 5 cm schwankt und dessen ungemein zartes Chitinskelett anscheinend nur schwach verkalkt ist.

Der Carapax zeigt sich nach vorne in einen langen Hals ausgezogen, an dessen Vorderende große, kurzgestielte Augen sitzen; unter den letzteren sind Reste von Antennen und außerdem an einem Stück auch Spuren der Basalschuppe sichtbar. Ein anderes Exemplar fällt dadurch auf, daß bei ihm (allerdings nur bei entsprechender Beleuchtung erkennbar, nicht anfeuchten!) der Carapax nach vorne und unten eingeschlagen ist, eine Erscheinung, die als „Todesstellung“ auch bei der rezenten *Mysis* beobachtet wird und die Peach [1] ebenso bei verschiedenen carbonischen Krustern feststellen konnte.



Francocaris Grimmi n. g. n. sp. aus dem lithographischen Schiefer des oberen Jura von Franken.

a und c von Zandt, b von Eichstädt. a und b in Seitenlage, c in „Todesstellung“ mit nach vorne und unten eingeschlagenem Carapax. A Auge. D Darm. 1—7 die Abdominalsegmente. Nat. Größe.

Der vordere Abschnitt des Thorax ist durchweg undeutlich, am hinteren Abschnitt kann ich an einem Individuum sicher 4 (? vielleicht auch 5) Segmentgrenzen sehen. Das ? letzte dieser Thoracalsegmente trägt einen charakteristischen Extremitätenrest: unter den vorhergehenden Segmenten liegt der proximale Teil des kräftigsten Gliedes (? Basipoditen) einer für unsere Gattung charakteristischen Thoracalextremität. Dieses Glied hat schenkelförmige Gestalt und erscheint bei dem besterhaltenen

[1] B. N. Peach, Monograph of the higher Crustacea of the Carboniferous Rocks of Scotland. Memoirs of the Geol. Surv. of Great Britain. Palaeontology. Glasgow 1908. Taf. 6 Fig. 8 u. 1—5!

Stücke proximal schräg abgestutzt, doch ist keineswegs ausgeschlossen, daß diese Begrenzungslinie durch einen darüberliegenden Rest des Exopoditen vorgetäuscht wird, jedenfalls läßt sich weder an diesem noch bei den übrigen Individuen konstatieren, wie es an den Thorax angegliedert wird. Das sich nun anschließende Glied ist schlank stabförmig, während das folgende sich fadenartig verdünnt; ob dieses das Endglied der Extremität darstellt, oder ob ihm noch ein weiteres vorausgeht, geht aus dem Zustande nicht hervor, doch reicht der ganze beinförmige Endopodit bis über die Augen hinaus und stellt vermutlich ein Hilfsorgan der Nahrungszufuhr dar. Bei dem schon erwähnten, mit der „Todesstellung" von *Mysis* verglichenen Stück zeigen sich diese fadenartigen Endglieder dieses Fußes von beiden Körperhälften in gegenseitiger Berührung unter den Augen gelegen. Vor diesem äußerst bezeichnenden Fuß lassen sich an dem gleichen Individuum undeutliche Reste von drei, vielleicht auch vier weiteren Extremitäten beobachten.

Bei allen Exemplaren weist das siebengliederige Abdomen eine beträchtliche Krümmung auf. Seine fünf vorderen Segmente, die nach hinten eine allmählich zunehmende Verschmälerung erkennen lassen, sind nahezu gleich lang und übertreffen in dieser Eigenschaft die zwei letzten Thoracalsegmente; das in der Mitte die größte Wölbung aufweisende 6. Glied des Abdomens erreicht über die doppelte Länge seines vorhergehenden Gliedes; so mißt es z. B. 6 mm bezw. $4\frac{1}{2}$ mm gegenüber 2,5 mm bezw. 2 mm an den beiden besten Stücken. Das schuppige letzte Segment (Telson) kommt annähernd an die gleichen Dimensionen des 6. Gliedes heran, es besitzt spitze Lanzettform. An den fünf vorderen Abdominalgliedern sämtlicher Exemplare sind mehr oder weniger deutliche Reste von Spaltfüßen erkennbar.

An dem schon genannten besterhaltenen Stück kann man den Verlauf des Darmes gut feststellen.

Auf Grund dieser Beobachtungen — von denen die, daß der Carapax nur mit den vorderen Thoracalsegmenten verwachsen zu sein scheint, wohl ausschlaggebend ist — dürfte hervorgehen, daß unsere Funde den Schizopoden, d. h. Mysidaceen zugezählt werden dürften, ohne daß sich freilich irgendwelche größere Ähnlichkeiten mit irgend einer der lebenden und auch bis jetzt bekannten fossilen Gattungen innerhalb dieser Ordnung konstatieren ließen. Formen, bei denen ein Thoracalfußpaar allein eine besonders auffallende Differenzierung erfährt, scheinen unter den lebenden zu fehlen, in der Regel handelt es sich hier um mehrere besonders differenzierte Extremitätenpaare wie bei *Eucopia;* eine Gattung, bei denen nur ein Fußpaar eine etwas ähnlich auffallende Ausbildung zeigt, ist *Stylocheiron,* welcher freilich jetzt von den Mysidaceen getrennt wird (Euphausiacea).

Unter den Decapoden erinnern die rezenten, wie viele Mysidaceen, pelagischen Sergestiden, von denen *Lucifer* einen ähnlich nach vorne verlängerten Carapax aufweist, in ihrem allgemeinen Habitus an unseren jurassischen Vertreter.

Ich habe auch in Erwägung gezogen, daß es sich möglicherweise um Larvenstadien von Decapoden, die ja in den Jura-Ablagerungen Frankens als faunistischer Faktor eine so hervorragende Rolle spielen, handeln könnte; die große Differenzierung des ganzen Individuums, insbesondere des einen Fußpaares, dürfte indessen mit Entschiedenheit gegen eine solche Annahme sprechen. Die Form, die beweist, daß der Jura Frankens an neuen Funden noch keineswegs erschöpft ist, sei nach dem glücklichen und verdienstvollen Sammler: *Francocaris Grimmi* n. g. n. sp. benannt.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Prof. Zimmer vom zoologischen Institut, bei dem ich mir bezüglich der Mysidaceen Rat erholte, für seine freundliche Unterstützung den herzlichsten Dank aussprechen.

Besprechungen.

P. Ehrenberg: Die Bodenkolloïde. Der „Kolloïde in Land- und Forstwirtschaft“ Erster Teil. Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre. Dresden und Leipzig 1915.

Ziel und Aufgabe des Buches besteht nach des Verf.’s eigenen Worten darin, „die Zusammenfassung und Anwendung unserer Erkenntnis auf dem Gebiete der Kolloïdchemie für die Bodenkunde“ zu geben. Es soll also keine vollständige Land- und Forstwirtschaftslehre geboten, sondern durch das ganze weite Gebiet hindurch immer der eine Weg, das eine Thema verfolgt werden: Welche Bedeutung besitzt die noch verhältnismäßig junge, bisher nicht überall genug gewürdigte Kolloïdforschung für die Agrikulturchemie? Das Buch ist somit von einem bewußt einseitigen Standpunkte aus geschrieben und wird in diesem Sinne von Ehrenberg selbst als „eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre“ bezeichnet. Die sorgfältig bis ins einzelne durchgeführte Gliederung des reichen Stoffes weist drei Hauptabschnitte auf: eine 39 Seiten umfassende Einleitung, die einen „Abriß der Kolloïdchemie“ gibt, einen verhältnismäßig kurzen ersten Hauptteil über die „verschiedenen Bodenkolloïde und ihre Eigenschaften“ und einen zweiten: „Wirkungen der Bodenkolloïde“, der an Umfang vier Fünftel des Buches ausmacht und

seinem Inhalte nach die praktische Anwendung des zuvor Ausgeführten in Land- und Forstwirtschaft darstellt.

In seinen theoretischen Ansichten steht der Verf. ganz auf dem Boden der von W. Ostwald, H. Freundlich usw. vertretenen Richtung der modernen Kolloïdforschung. So ist der einleitende Abriß der Kolloïdchemie getragen und in seinen Einzelheiten bestimmt durch die Anschauung, daß man nicht von chemisch irgendwie definierten kolloïden Substanzen, sondern von einem kolloïdalen Zustand der Materie zu sprechen habe, dessen wesentliche Kennzeichen in Art und Grad der Zerteilung des Stoffes sowie im hierdurch bedingten Verhältnis von Volumen und Oberfläche bestehen und den theoretisch alle Substanzen annehmen können, wenngleich einige besonders dazu neigen. Die Kolloïde stellen also nicht eine bestimmte Gruppe von Verbindungen dar, sondern ein Glied der Reihe ungleichartiger Verteilungen, als deren Grenzen einerseits die groben Dispersionen, andererseits die molekulardispersen Phasen anzusehen sind. An der Hand eines von W. Ostwald im Grundriß der Kolloïdchemie gegebenen Beispiels erläutert Ehrenberg in einem ersten Abschnitt seiner Einleitung zunächst sehr anschaulich den wachsenden Einfluß der Oberfläche bei fortgesetzter Zerkleinerung einer Substanz und zeigt an bekannten Vorgängen in der Natur, wie maßgebend die Teilchengröße für das Verhalten eines Stoffes ist, um nach Hinweis auf die Bedeutung des Trennungsmittels den nun vorbereiteten Begriff „Kolloïde“ näher zu bestimmen und diese Gruppe ungleichartiger Verteilungen nach außen abzugrenzen wie in sich zu zergliedern. Einer Besprechung der verschiedenen Arten von Oberflächenkräften, besonders der mechanischen Oberflächenspannung folgt dann der letzte und längste einleitende Abschnitt über die Betätigung dieser Kräfte in kolloïden Systemen. Er behandelt zunächst die Wirkungen der mechanischen Oberflächenspannung, besonders die Adsorptionsvorgänge an Grenzflächen, dann die elektrischen Erscheinungen. Eine kurze Zusammenfassung beschließt den Abriß der Kolloïdchemie, der in der Tat, wie sein Verf. hofft, dem Unterrichteten einen erwünschten „nochmaligen Überblick über sein Wissen“ gewähren, aber in seiner gedrängten Form den uneingeweihten „Praktiker“ wohl manche Schwierigkeit bieten dürfte.

Der erste Hauptteil des Buches erläutert zunächst in einem kurzen „allgemeinen“ Kapitel, welche unter den eingangs genannten ungleichartigen Verteilungen in der Bodenkunde eine Rolle spielen — es sind vor allem die Systeme flüssig-flüssig, fest-flüssig —, und wendet sich dann zu den einzelnen wichtigen Vertretern der Bodenkolloïde, ihrem Vorkommen und Verhalten. An erster Stelle werden die Emulsionen und Tröpfchenkolloïde: Bakterienverteilungen, kolloïde Kieselsäure, Humuskolloïde besprochen, dann Eisenhydroxyd und Tonerde, die den Körnchenkolloïden nahestehen. Die kolloïden

Verbindungen der eben genannten Stoffe sind nur kurz in einem gemeinsamen Abschnitt behandelt, ausführlicher wieder Aufschwemmungen von Sanden, und endlich der Ton, dem ein besonders reichhaltiges Kapitel gewidmet ist. Es werden hier nicht einfache Beschreibungen gegeben, die von einem bestimmten Standpunkte aus abgefaßt sind, sondern jeder einzelne Abschnitt bildet eine Art Monographie des betreffenden Bodenkolloïds, in der auf Grund eingehendsten Literaturstudiums die bisherigen, oft widersprechenden Ansichten und Beobachtungen der verschiedenen Forscher zusammengetragen sind.

Dieser Handbuch-Charakter kennzeichnet auch den umfangreichen zweiten Hauptteil über die Kolloïde des Bodens unter dem Einfluß der verschiedenen Kräfte der Natur (Witterung, Adsorption usw.) und der Kultur (Grundverbesserung, Bodenbearbeitung usw.). Seine Aufgabe ist, den Anteil von Kolloïdwirkungen an bodenkundlich bedeutsamen Vorgängen darzulegen. Alte und neue Beobachtungen, Erfahrung und Regeln der Praktiker aus Land- und Forstwirtschaft, sowie Ergebnisse planmäßiger experimenteller Untersuchungen werden hier ausführlich, mit weitgehendster Berücksichtigung der einschlägigen Literatur, besprochen, soweit sie sich durch spezifische Eigentümlichkeiten der Bodenkolloïde begründen und deuten lassen. Andere, nicht kolloïdchemische Faktoren bleiben dem Ziele des Buches gemäß unberücksichtigt oder werden doch nur kurz erwähnt. Eine Fülle verschiedenartiger Erscheinungen wird dem Leser vorgeführt, ihre Erklärung vom kolloïdchemischen Standpunkte beruht aber letzten Endes stets auf einer verhältnismäßig kleinen Zahl typischer Kolloïdreaktionen, nämlich vor allem auf den folgenden: Solbildung durch elektrolytarme und alkalisch reagierende Wässer, Ausflockung durch mehrwertige Metallionen — praktisch kommt vor allem Calciumion in Frage, dessen Löslichkeit wiederum wesentlich durch den Gehalt an Bodenkohlensäure bedingt ist —, Schutzwirkung der Tröpfchen-, insbesondere der Humuskolloïde, Adsorption an der Oberfläche der fein zerteilten kolloïden Stoffe, und Klebwirkung, sowie auch Quellen und Schwinden der Gele. Mag es sich nun darum handeln, das Aufbereiten des Bodens durch Frost oder den Eintritt der Bodengare, die Bildung von Ortstein unterhalb Auflagerungen von saurem Humus oder irgend einen anderen Vorgang zu deuten, immer finden wir wieder diese wenigen Kolloïdwirkungen als ausschlaggende Faktoren genannt, insbesondere als Ursachen jener Erscheinungen des Hinabwaschens feiner Teilchen, der Krümelbildung des Verschlammens und Verkrustens der Oberfläche usw., die in allen, auch den obengenannten Bodenvorgängen, eine so wesentliche Rolle spielen. Daß in den gesamten Ausführungen des zweiten wie auch schon des ersten Hauptteiles leider so zahlreiche Wahrscheinlichkeiten, ja Vermutungen an Stelle gesicherter Tatsachen und anerkannter Theorien

gegeben werden, hat der Verf. selbst bereits im Vorwort ausdrücklich hervorgehoben und begründet; auch betont er in der Schlußbemerkung noch einmal, daß im vorliegenden Buche ein noch wenig erforschtes Neuland wohl durchquert, aber noch nicht allseitig erschlossen werden konnte.

An der Sprache des Ehrenberg'schen Buches fällt angenehm auf, daß für die zahlreichen, in der Kolloïdchemie gebräuchlichen Fremdwörter meist deutsche Fachausdrücke eingesetzt werden, so „ausflocken“ für „koagulieren“, „Verteilung“ für „Dispersion“, „Körnchen- und Tröpfchenkolloïde“ für „Suspensoïde und Emulsoïde“ u. dergl. mehr. **Ilse Zoch.**

P. Groth: Chemische Kristallographie. 4. Teil. Leipzig bei W. Engelmann 1917. 801 p. Mit 828 Textfiguren.

Der 3. Teil des vorliegenden Werkes ist 1910 erschienen (vgl. über die bisher erschienenen Teile dies. Centralbl. 1911. p. 303), die Schwierigkeiten, die die Kriegszeit mit sich brachten, sind nur daran zu erkennen, daß aus Mangel an passendem Leinen der Band nur noch geheftet ausgegeben werden konnte, im übrigen ist aber die Ausstattung noch tadellos wie in den drei früheren Bänden. Es war beabsichtigt, in dem vierten Teil die sämtlichen aromatischen Verbindungen zu vereinigen. Das wuchtig angewachsene Material machte dies jedoch untunlich und es wurde die Trennung in zwei Bände, den vierten und fünften, erforderlich, von denen der letztere Anfang 1918 erscheinen soll. Der vierte enthält nur die aromatischen Kohlenstoffverbindungen mit einem Benzolringe und das Benzol selbst mit seinen Halogen-, Nitro-, Oxy- und Aminoderivaten nebst den Schwefel-, Phosphor- und Arsenverbindungen, auf welche die Abkömmlinge des Methylbenzols und der höheren Homologen des Benzols mit einer Seitenkette, endlich diejenigen der Di-, Tri- und Tetramethylbenzole, des Penta- und Hexamethylbenzols folgen.

Der Rest ist dem im Druck befindlichen fünften, dem Schlußteil, vorbehalten, nach dessen Erscheinen eine zusammenfassende Würdigung des wichtigen Werks möglich sein wird.

Max Bauer.

Personalia.

Angenommen: Prof. Dr. **Rich. Nacken** in Tübingen einen Ruf an die Universität Greifswald als Nachfolger von Prof. Dr. L. Milch.

Den Lesern unseres Jahrbuches müssen wir die schmerzliche Mitteilung machen, daß am 4. November 1917

Herr Professor

Dr. Max Bauer

in Marburg

im Alter von 73 Jahren verstorben ist.

Als Nachfolger von Carl Klein ist er im Jahre 1885 in die Redaktion eingetreten. Er hat ihr bis zu seinem Tode ununterbrochen angehört. Die warme Anerkennung, die seine langjährige unermüdliche und entsagungsvolle Tätigkeit als Redakteur gefunden hat, wurde durch eine Festschrift bezeugt, die ihm zu seinem siebzigsten Geburtstage von Mitarbeitern, Freunden und Schülern gewidmet wurde. Alle, die das Glück hatten, ihm näher zu treten, werden herzlich und dankbar das Andenken an das hingebende Interesse bewahren, mit dem er ihre wissenschaftlichen Bestrebungen begleitete.

Redaktion und Verlag des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).



An die Herren Mitarbeiter!

An Stelle von Professor Fritz Frech † und Professor Max Bauer † sind in die Redaktion des Neuen Jahrbuches bezw. des Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie eingetreten:

Professor Dr. J. F. Pompeckj

Geheimer Bergrat

Berlin N. 4, Invalidenstraße 43

und

Professor Dr. R. Brauns

Geheimer Bergrat

Bonn

Mineralogisch-petrographisches Institut.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die einfachsten Bahnen der Atome während der Schiebungen im Eisenglanz und Korund.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit 4 Textfiguren.

Inhalt:

Einleitung. p. 433. — Die Struktur von Eisenglanz und Korund. p. 436. — Kristallschiebungen im Eisenglanz und Korund. p. 439. — Gitterschiebungen im Eisenglanz und Korund. p. 440. — Strukturschiebungen im Eisenglanz und Korund. p. 441. — Ergebnis. p. 445.

Einleitung.

In den letzten Jahren hat es sich gezeigt, daß die als „Schiebungen" bezeichneten Kristalldeformationen im allgemeinen keine reinen Schiebungen im Sinne der Mechanik sind. So erfahren während der Schiebungen des Kalkspates und des Wismuts die Atome nicht nur Deformationen, die an sich nichts mit Schiebung gemein haben, sondern überdies derartige Ortsveränderungen, wie sie durch geradlinige Bewegung der Atome längs der Gleitrichtung nicht erzielt werden können.

Die nach vollzogener Kristallschiebung beobachteten Deformationen der Flächen und Kanten sowie der physikalischen Vektoren täuschen eine reine Schiebung vor. Gibt man nämlich irgend zweien parallel der Gleitfläche K_1 liegenden Kanten und einer parallel der Grundzone σ_2 gelegenen Kante oder irgend zweien parallel der zweiten Kreisschnittsebene K_2 liegenden Kanten und einer parallel der Gleitrichtung σ_1 gelegenen Kante drei beliebige Längen und betrachtet diese drei Vektoren als primitives Parametertripel eines Gitters G, so geht dieses Gitter stets dann in sich selbst über, wenn seine Gitterpunkte eine einfache Schiebung nach K_1 mit σ_2 oder nach σ_1 mit K_2 ausführen, d. h. sich parallel der Gleitrichtung σ_1 um Strecken verschieben, die proportional ihrem Abstande von der Gleitfläche K_1 sind.

Diese Tatsache liegt auch den drei Gleichungen zugrunde, die O. Mügge[1] für die durch Schiebung bewirkte Änderung der

[1] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. 1889. II. 108 und ibid., Beil.-Bd. VI. 286. 1889.

Flächenindizes abgeleitet hat. Nun ist leicht einzusehen, daß man G, wenn man den drei erzeugenden Parametern geeignete Längen zumißt, stets als ein Teilgitter des wirklichen Kristallgitters Γ betrachten darf, so daß n solche Teilgitter G_1, $G_2 \ldots G_n$, in bestimmter Weise parallel ineinander gestellt, das wahre Gitter Γ des Kristalls aufbauen. Nach Obigem geht aber jedes dieser Teilgitter infolge der Kristallschiebung in sich über. Soll hierbei auch Γ in sich deformiert werden, so muß die gegenseitige Orientierung der n-Teilgitter G_1, $G_2 \ldots G_n$ in sich selbst übergehen. Das ist jedoch stets und nur dann der Fall, wenn jedes primitive Parallelepiped der Gitter G_1, $G_2 \ldots G_n$ nach der Schiebung ebensoviele Gitterpunkte von Γ absorbiert als vorher, also bei n-Teilgittern G nach wie vor n Gitterpunkte. Diese anschauliche Bedingung äußert sich, wenn irgend drei Parameter $[e_1 . f_1 . g_1]$, $[e_2 . f_2 . g_2]$ und $[e_3 . f_3 . g_3]$ durch die Kristallschiebung der Reihe nach in $[e'_1 . f'_1 . g'_1]$, $[e'_2 . f'_2 . g'_2]$ und $[e'_3 . f'_3 . g'_3]$ übergeführt werden, mathematisch in der Gleichung

$$\begin{vmatrix} e_1 & f_1 & g_1 \\ e_2 & f_2 & g_2 \\ e_3 & f_3 & g_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} e'_1 & f'_1 & g'_1 \\ e'_2 & f'_2 & g'_2 \\ e'_3 & f'_3 & g'_3 \end{vmatrix}$$

Indem man nun die eingestrichenen Indizes mittels der Mügge-schen (l. c.) oder ähnlicher Formeln als Funktionen der ungestrichenen ausdrückt, gelangt man zu neun Gleichungen[1], in denen die Indizes h, k, l von K_1 bezw. von K_2 und die Indizes u, v, w von σ_2 bezw. von σ_1 als Koeffizienten fungieren. Dieselben sind die notwendige und hinreichende Bedingung dafür, daß der Übergang des Kristallgitters Γ in sich selbst durch reine Schiebung, also dadurch bewirkt werden kann, daß alle Gitterpunkte von Γ sich längs der Gleitrichtung σ_1 um Beträge fortbewegen, die ihrem Abstand von der Gleitfläche K_1 proportional sind. Solche Deformation von Γ nannte ich Gitterschiebung.

Im allgemeinen bilden jedoch die Atome eines Kristalles mehrere Gitter Γ, also Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$, die als Punktgitter gedacht einander kongruent und parallel sind. Geht nun Γ durch Schiebung in sich über, so gilt offenbar das gleiche für Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$. Soll aber die ganze Struktur und somit das ganze von Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$ gebildete „regelmäßige Punktsystem" in sich deformiert werden, so muß auch die gegenseitige Lage von Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$ in sich selbst übergehen. Hierfür ergeben sich die Bedingungen[2] einfach aus der Tatsache, daß der Symmetrieeffekt einer Kristallschiebung stets entweder einer halben Umdrehung um die Normale von K_1 oder einer Spiegelung an K_1 oder einer halben Umdrehung um σ_1 oder einer Spiegelung an der Normalebene von σ_1 (oder allen diesen

[1] A. Johnsen, dies. Centralbl. 6. 121. 1916.

vier Symmetrieoperationen zugleich) entspricht. Betrachtet man nämlich ein zu irgend einem der Gitter $\Gamma_1, \Gamma_2 \ldots \Gamma_n$ gehörendes Gitterparallelepiped Π', dessen drei Kanten identisch mit zwei beliebigen // K_1 oder // K_2 verlaufenden Parametern k_1 und k'_1 oder k_2 und k'_2 und dem // σ_2 oder // σ_1 liegenden Parameter s_2 oder s_1 sind, so müssen die in und auf Π' gelegenen Atome oder Atomkomplexe nach bestimmten Regeln geordnet sein. Diese Regeln erfordern eine paarige Verteilung der Schwerpunkte jener Atome oder Atomkomplexe und drücken sich in vier Gleichungen[1] aus, deren jede für einen der vier möglichen genannten Symmetrieeffekte gilt. Sind nämlich x, y, z die auf k_1, k'_1 und s_2 oder auf k_2, k'_2, s_1 als X-, Y-, Z-Achse bezogenen Koordinaten eines Atom- oder Atomkomplex-Schwerpunktes, so muß dieser dem Schwerpunkte x', y', z' eines chemisch gleichen Atoms oder Atomkomplexes derart zugeordnet sein, daß eine der vier Gleichungen (1a) bis (2b) gilt:

$$\text{(1a)} \quad x' = k_1 - x, \; y' = k'_1 - y, \; z' = z$$
$$\text{(1b)} \quad x' = x, \; y' = y, \; z' = s_2 - z$$
$$\text{(2a)} \quad x' = k_2 - x, \; y' = k'_2 - y, \; z' = z$$
$$\text{(2b)} \quad x' = x, \; y' = y, \; z' = s_1 - z.$$

Ist eine dieser vier Gleichungen erfüllt, so kann die Struktur durch eine reine Schiebung in sich selbst deformiert werden. Solche Deformation der Struktur nannte ich S t r u k t u r s c h i e b u n g; dieselbe setzt offenbar Gitterschiebung voraus.

„Gitterschiebung" bedeutet also für die Punkte eines Gitters, „Strukturschiebung" für die Punkte eines Punktsystems eine reine Schiebung im mechanischen Sinne, während das Wort „Kristallschiebung" lediglich die schiebungsartige Deformation der Flächen, Kanten und physikalischen Vektoren eines Kristalles kennzeichnet.

Die 10 durch das primitive Rhomboeder $\{31\bar{1}\}$ charakterisierten, von den Atomen des Kalkspates gebildeten Gitter können n i c h t durch Gitterschiebung nach $K_1 = (01\bar{1})$ mit $K_2 = (100)$ in sich deformiert werden, wohl aber die 2 durch das primitive Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ ausgezeichneten, von den Ca- und CO_3-Schwerpunkten gebildeten Gitter; auch wird durch reine Schiebung die gegenseitige Lage dieser beiden Gitter in sich übergeführt, so daß Strukturschiebung möglich ist; während der geradlinigen Bewegung des CO_3-Schwerpunktes längs der Gleitrichtung σ_1 erleidet der Komplex CO_3 eine Deformation in sich.

Die beiden durch das primitive Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ definierten Atomgitter des Wismuts können durch Gitterschiebung nach $K_1 = (01\bar{1})$ mit $K_2 = (100)$ in sich übergeführt werden; hierbei geht jedoch ihre gegenseitige Lage nicht in sich über. Dagegen vermögen offenbar Komplexe Bi_2 eine Strukturschiebung auszuführen,

[1] A. Johnsen, dies. Centralbl. **16**. 385. 1916.

wobei dieselben, $//\sigma_1$ fortschreitend, eine Deformation in sich erfahren. Wünscht man ein deutlicheres Bild der Atombewegung, so kann man sich z. B. beim Wismut vorstellen, daß auf der $3 \times 10^{-8}\pi$ cm langen Peripherie eines Kreises zwei Bi-Atome einander diametral gegenüberliegen und daß der Kreis auf einer $//$ K_1 verlaufenden Ebene in der Richtung σ_1 bis an ein bestimmtes Ziel rollt.

Die Struktur von Eisenglanz und Korund.

Nach W. H. und W. L. Bragg[1] kann man die röntgenometrisch ermittelte Struktur des Eisenglanzes etwa so beschreiben: Man setze an Stelle jedes Ca-Atoms des Kalkspates zwei Fe-Atome hantelartig in die dreizählige Achse, während man die O-Atome unverändert läßt und die C-Atome entfernt. Der Abstand zweier benachbarter Fe-Ebenen (111) scheint etwas geringer zu sein als derjenige zwischen einer Fe-Ebene (111) und der nächsten O-Ebene (111); das Verhältnis dieser beiden Distanzen ist in den folgenden Figuren gleich 2:3 angenommen. Die Abstände der O-Atome und der fingierten C-Atome sind in Richtung der drei zweizähligen Achsen derart, daß x = O — C sich zu d = C — C annähernd wie 1:2 verhält, während im Kalkspat x:d etwa gleich 3:10 ist[2]; im folgenden ist jene Proportion gleich 2:5 angenommen. Demnach besitzen die O-Atome und die Fe-Atome je einen Freiheitsgrad. Das Ergebnis unserer folgenden Untersuchung der Atombewegungen ist unabhängig von den genauen Positionen jener zwei monovarianten Atomarten. Aus Bragg's Angaben folgt: Die Raumgruppe des Eisenglanzes ergibt sich wie diejenige des Kalkspates als $D^6_{3,d}$. Die Fe-Atome gehören zur Tetartoedrie des rhomboedrischen Kristallsystems, während die O-Atome monoklin hemimorph sind. Vier Fe-Gitter und sechs O-Gitter vom primitiven Rhomboeder $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ sind parallel ineinandergestellt. Diesen zehn rhomboedrischen Gittern entsprechend ist Eisenglanz durch $2 + 3\ (10 - 1) = 29$ Strukturkonstanten charakterisiert. Wir setzen den Polkantenwinkel des primitiven Rhomboeders $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ gleich α (oder den äußeren Flächenwinkel an der Polkante gleich A) und die Längen dieser Kanten gleich a, während wir die letzteren als Vektoren mit $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{a}_2$, $\mathfrak{a}_3$ und die ihnen parallelen Verschiebungsvektoren eines Gitters gegenüber den neun anderen mit $\mathfrak{t}_2, \mathfrak{t}_3, \ldots \mathfrak{t}_{10}$ bezeichnen; hierbei betrachten wir ein Fe-Gitter als fest und beziehen $\mathfrak{t}_2$, $\mathfrak{t}_3$, $\mathfrak{t}_4$ auf die drei anderen Fe-Gitter sowie $\mathfrak{t}_5$ bis $\mathfrak{t}_{10}$ auf die sechs O-Gitter.

Das in Fig. 1 dargestellte primitive Fe-Rhomboeder $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ absorbiert also vier Fe-Atome und sechs O-Atome, die sämtlich abgebildet sind (Fe durch leere Kreise, O durch volle Kreise).

---

[1] W. H. and W. L. Bragg, X rays and crystal structure. 169. London 1915.

[2] W. L. Bragg, Proceed. Roy. Soc. Ser. A. 89. 486 u. 488. London 1914.

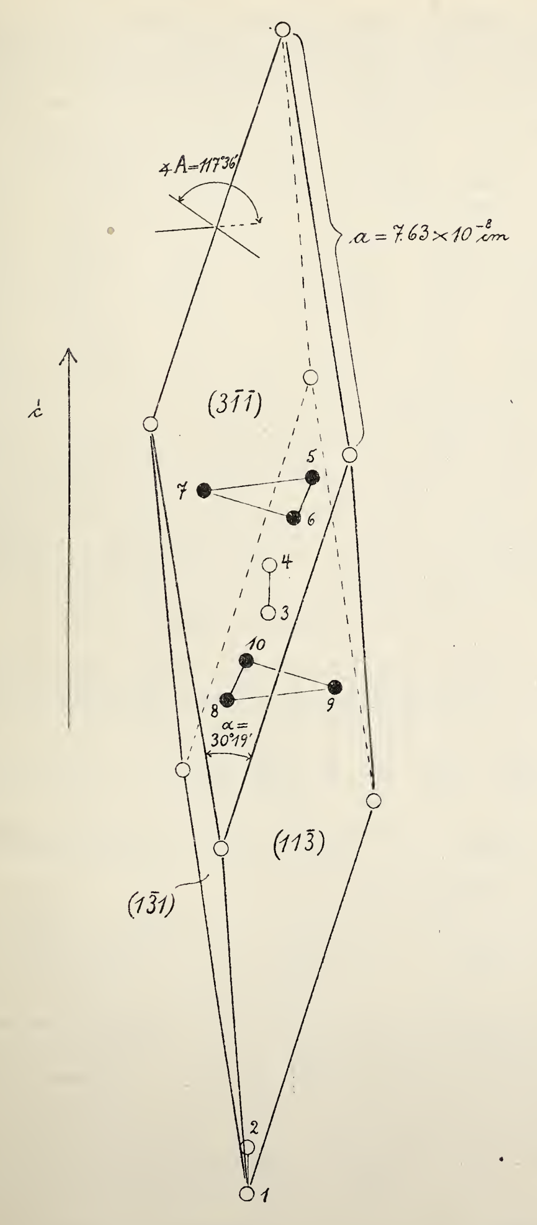


Fig. 1.

Die den Atomen beigeschriebenen Nummern 2 bis 10 sind den Vektoren $\mathfrak{t}_2$ bis $\mathfrak{t}_{10}$ zugeordnet, so daß z. B. der Vektor $\mathfrak{t}_3$ den Schwerpunkt des Fe-Atoms No. 1 in denjenigen des Fe-Atoms No. 3, der Vektor $\mathfrak{t}_6$ das Zentrum des Fe-Atoms No. 1 in dasjenige des O-Atoms No. 6 überführt. Zur Auswertung der Vektoren $\mathfrak{t}_2$ bis $\mathfrak{t}_{10}$ haben wir die Koordinaten jener Atome zu ermitteln. Man entnimmt der Bragg'schen Strukturschilderung leicht die auf drei der vier Bravais'schen Achsen bezogenen Indizes der Atomzentren und transformiert dieselben auf das Miller'sche Achsensystem. Die erforderlichen Transformationsformeln sind den von Liebisch für Kantenindizes abgeleiteten sehr ähnlich. Gehen nämlich die drei Scharen von Gitterebenen $(h_1\, k_1\, l_1)$, $(h_2\, k_2\, l_2)$, $(h_3\, k_3\, l_3)$ der Reihe nach in (100), (010), (001) über und die Gitterebene $(\varrho h, \varrho k, \varrho l)$ in (1, 1, 1) und demnach das (nicht notwendig primitive) Parametertripel $[\varrho_1 u_1 \cdot \varrho_1 v_1 \cdot \varrho_1 w_1]$, $[\varrho_2 u_2 \cdot \varrho_2 v_2 \cdot \varrho_2 w_2]$, $[\varrho_3 u_3 \cdot \varrho_3 v_3 \cdot \varrho_3 w_3]$ in [1 . 0 . 0], [0 . 1 . 0], [0 . 0 . 1], dann gehen die Indizes τm, τn, τp eines Atomzentrums $[\tau m, \tau n, \tau p]$ in $\tau' m'$, $\tau' n'$, $\tau' p'$ über; hierbei bestehen die sechs Tripel $h_1\, k_1\, l_1$, $h_2\, k_2\, l_2$, $h_3\, k_3\, l_3$, $h\, k\, l$, $m\, n\, p$, $m'\, n'\, p'$ aus je drei teilerfremden ganzen Zahlen, während die im allgemeinen nichtganzzahligen Koeffizienten ϱ, ϱ_1, ϱ_2, ϱ_3, τ, τ' entweder rational sind oder in beliebiger Annäherung rational gesetzt werden können; die neuen Indizes $\tau' m'$, $\tau' n'$, $\tau' p'$ ergeben sich aus

$$\text{(I)} \left\{ \begin{array}{l} \tau' m' = \tau \varrho^2 \varrho_1^{\,2} (m\, h_1 + n\, k_1 + p\, l_1)\ (h^2 u_1^{\,2} + k^2 v_1^{\,2} + l^2 w_1^{\,2}) \\ \tau' n' = \tau \varrho^2 \varrho_2^{\,2} (m\, h_2 + n\, k_2 + p\, l_2)\ (h^2 u_2^{\,2} + k^2 v_2^{\,2} + l^2 w_2^{\,2}) \\ \tau' p' = \tau \varrho^2 \varrho_3^{\,2} (m\, h_3 + n\, k_3 + p\, l_3)\ (h^2 u_3^{\,2} + k^2 v_3^{\,2} + l^2 w_3^{\,2}) \end{array} \right.$$

Bezieht man nun für Eisenglanz die Indizes der Atome No. 2 bis 10 in Fig. 1 auf die Parameter zweier zweizähligen Achsen und der dreizähligen Achse, indem man die dritte Bravais'sche Achse eliminiert, so erhält man für die Atome No. 2 bis 10 folgende Symbole $[\tau m, \tau n, \tau p]$:

$$2. = [0, 0, \tfrac{1}{24}],\quad 3. = [0, 0, \tfrac{1}{2}],\quad 4. = [0, 0, \tfrac{13}{24}],\quad 5. = [\tfrac{\bar{5}}{15}, \tfrac{\bar{1}}{15}, \tfrac{29}{48}],$$
$$6. = [\tfrac{4}{15}, \tfrac{5}{15}, \tfrac{29}{48}],\quad 7. = [\tfrac{1}{15}, \tfrac{\bar{4}}{15}, \tfrac{29}{48}],\quad 8. = [\tfrac{5}{15}, \tfrac{1}{15}, \tfrac{21}{48}],\quad 9. = [\tfrac{\bar{1}}{15}, \tfrac{4}{15}, \tfrac{21}{48}],$$
$$10. = [\tfrac{\bar{4}}{15}, \tfrac{\bar{5}}{15}, \tfrac{21}{48}].$$

Transformiert man nunmehr die Atomindizes auf ein Miller-sches Koordinatensystem, dem man die Polkanten $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{a}_2$, $\mathfrak{a}_3$ des primitiven Rhomboeders $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ der Fig. 1 zugrunde legt, so wird

$$(\varrho h, \varrho k, \varrho l) = (0, 0, 3),\ (h_1\, k_1\, l_1) = (101),\ (h_2 k_2 l_2) = (\bar{1}11).\ (h_3 k_3 l_3) = (0\bar{1}1),$$
$$[\varrho_1 u_1 \cdot \varrho_1 v_1 \cdot \varrho_1 w_1] = [\tfrac{2}{3} \cdot \tfrac{1}{3} \cdot \tfrac{1}{3}],\quad [\varrho_2 u_2 \cdot \varrho_2 v_2 \cdot \varrho_2 w_2] = [\tfrac{\bar{1}}{3} \cdot \tfrac{1}{3} \cdot \tfrac{1}{3}],$$
$$[\varrho_3 u_3 \cdot \varrho_3 v_3 \cdot \varrho_3 w_3] = [\tfrac{\bar{1}}{3} \cdot \tfrac{\bar{2}}{3} \cdot \tfrac{1}{3}];$$

somit ergeben sich aus (I) für die Atome No. 2 bis 10 der Fig. 1 folgende Symbole $[\tau' m', \tau' n', \tau' p']$:

$$2. = \left[\tfrac{1}{24}, \tfrac{1}{24}, \tfrac{1}{24}\right],\quad 3. = \left[\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}\right],\quad 4. = \left[\tfrac{13}{24}, \tfrac{13}{24}, \tfrac{13}{24}\right],\quad 5. \left[\tfrac{65}{240}, \tfrac{209}{240}, \tfrac{161}{240}\right],$$
$$6. = \left[\tfrac{209}{240}, \tfrac{161}{240}, \tfrac{65}{240}\right],\quad 7. = \left[\tfrac{161}{240}, \tfrac{65}{240}, \tfrac{209}{240}\right],\quad 8. = \left[\tfrac{185}{240}, \tfrac{41}{240}, \tfrac{89}{240}\right],$$
$$9. = \left[\tfrac{89}{240}, \tfrac{185}{240}, \tfrac{41}{240}\right],\quad 10. = \left[\tfrac{41}{240}, \tfrac{89}{240}, \tfrac{185}{240}\right].$$

Als Verschiebungsvektoren der Gitter No. 2 bis 10 gegenüber No. 1 ergeben sich sonach

$$t_2 = \frac{a_1}{24} + \frac{a_2}{24} + \frac{a_3}{24},\quad t_3 = \frac{a_1}{2} + \frac{a_2}{2} + \frac{a_3}{2},\quad t_4 + \frac{13\,a_1}{24} + \frac{13\,a_2}{24} + \frac{13\,a_3}{24}.$$
$$t_5 = \frac{65\,a_1}{240} + \frac{209\,a_2}{240} + \frac{161\,a_3}{240},\qquad t_6 = \frac{209\,a_1}{240} + \frac{161\,a_2}{240} + \frac{65\,a_3}{240},$$
$$t_7 = \frac{161\,a_1}{240} + \frac{65\,a_2}{240} + \frac{209\,a_3}{240},\qquad t_8 = \frac{185\,a_1}{240} + \frac{41\,a_2}{240} + \frac{89\,a_3}{240},$$
$$t_9 = \frac{89\,a_1}{240} + \frac{185\,a_2}{240} + \frac{41\,a_3}{240},\qquad t_{10} = \frac{41\,a_1}{240} + \frac{89\,a_2}{240} + \frac{185\,a_3}{240}.$$

Jeder dieser neun Vektoren enthält drei Strukturkonstanten; dazu kommen noch zwei Strukturkonstanten, nämlich die oben definierten Gitterkonstanten a und $\sphericalangle\,\alpha$ oder a und $\sphericalangle$ A. Aus Kokscharow's Wert $\overset{!}{c} = 1{,}36557$ folgt $\sphericalangle\,\alpha = 30^0\,19'$ und $\sphericalangle\,A = 117^0\,36'$. Hieraus, aus der Dichte $D = 5{,}25$ und dem absoluten Molekulargewicht $m = 159{,}68 \times 1{,}65 \times 10^{-24}$ g findet man

$$a = \sqrt[3]{\frac{2\,m}{D \sin^2\alpha \sin A}} = 7{,}63 \times 10^{-8}\ \text{cm}.$$

Die Struktur des Korund ist innerhalb der empirischen Fehler derjenigen des Eisenglanzes gleich; die erstgenannten 27 Strukturkonstanten bleiben also bestehen; aus dem Miller'schen Werte $\overset{!}{c} = 1{,}3630$ folgt $\sphericalangle\,\alpha = 30^0\,24'$ und $\sphericalangle\,A = 117^0\,35'$; aus $D = 4{,}10$ und $m = 102{,}2 \times 1{,}65 \times 10^{-24}$ g findet man $a = 7{,}13 \times 10^{-8}$ cm.

Kristallschiebungen im Eisenglanz und Korund.

Kürzlich hat K. Veit[1] im hiesigen Mineralogischen Institut Schiebungen im Eisenglanz und Korund hervorgerufen; es wurde bei jedem Versuch ein Kristall innerhalb eines stählernen Hohlzylinders in Schwefelpulver festgestampft und sodann ein gut abgedichteter Stahlstempel unter Drucken von 5000 und 20 000 Atmosphären in den Zylinder hineingetrieben. Die Kristalle waren einige Millimeter lang und breit und in Richtung der Stempelachse 0,5 bis 4 mm dick. Der Eisenglanz stammte von Elba und zeigte die Formen $\{100\} = \{10\bar{1}1\}$, $\{211\} = \{10\bar{1}4\}$, $\{31\bar{1}\} = \{22\bar{4}3\}$. Der Korund war australischer Saphir von grünlichblauer, zonar verteilter Färbung und der Form $\{51\bar{3}\} = \{44\bar{8}3\}$, $\{111\} = \{0001\}$ nebst gelegentlichen Absonderungsflächen $\{100\} = \{10\bar{1}1\}$.

---

[1] K. Veit hat diese und andere Ergebnisse infolge des Krieges noch nicht veröffentlichen können.

Im Eisenglanz gingen die Schiebungen nach $K_1 = (100)$ mit $K_2 = (011)$, $\sigma_1 = [011]$, $\sigma_2 = [100]$ sehr leicht vor sich, während solche nach $K_1 = (111)$ mit $K_2 = (\bar{1}11)$, $\sigma_1 = [\bar{2}11]$, $\sigma_2 = [211]$ nur in senkrecht zur Gleitrichtung σ_1 orientierten Platten bei Parallelismus von Stempelachse und σ_1 zu erzielen waren. Im Korund vollzogen sich die Schiebungen nach $K_1 = (111)$ mit $K_2 = (\bar{1}11)$, $\sigma_1 = [\bar{2}11]$, $\sigma_2 = [211]$ ziemlich leicht, wogegen Schiebungen nach $K_1 = (100)$ merkwürdigerweise auch in solchen Platten, die senkrecht zur Gleitrichtung $\sigma_1 = [011]$ orientiert waren, nicht bewirkt werden konnten.

Die von K. Veit mittels Reflexionsgoniometers gemessenen Winkel zwischen deformierten und undeformierten Oberflächenteilen stimmten sehr gut mit den aus obigen Schiebungselementen berechneten überein.

Gitterschiebungen im Eisenglanz und Korund.

Wenden wir die Gleichungen der Gitterschiebung (s. Einleitung) auf die Eisenglanzschiebung nach $K_1 = (100)$ mit $\sigma_2 = [100]$ an, so ergibt sich offenbar ebenso wie seinerzeit für die analoge Kalkspatschiebung, daß jene Gleichungen nur für diejenigen drei rhomboedrischen Gitter erfüllt sind, deren primitives Rhomboeder $\Pi = \{\bar{1}11\}$ oder $\{100\}$ oder $\{011\}$ ist. Nunmehr ist festzustellen, welche von diesen drei Gittern eine Gitterschiebung nach $K_1 = (111)$ mit $\sigma_2 = [211]$ gestatten. Beziehen wir alle Indizes auf die drei Polkanten jener primitiven Rhomboeder Π, so wird für $\Pi = \{\bar{1}11\}$ offenbar $K_1 = (hkl) = (111)$ und $\sigma_2 = [uvw] = [011]$, also $hu + kv + lw = 2$; für $\Pi = (100)$ dagegen wird $K_1 = (hkl) = (111)$ und σ_2 $[uvw] = [211]$, also $hu + kv + lw = 4$, und für $\Pi = \{011\}$ folgt $K_1 = (hkl) = (111)$ nebst $\sigma_2 = [uvw] = [233]$, also $hu + kv + lw = 8$. Da nun $|hu + kv + lw|$ nur gleich 1 oder 2 sein darf, so ergibt sich $\Pi = \{\bar{1}11\}$ als primitives Rhomboeder des einzigen Gitters, in welchem sich beide Eisenglanzschiebungen als Gitterschiebungen abspielen können. Dieses Gitter aber läßt sich aus der Braggschen Eisenglanzstruktur nur so gewinnen, daß man mehrere der O-Atome, die ja sechs Gitter mit $\Pi = \{3\bar{1}\bar{1}\}$ bilden, zu einem Komplex zusammenfaßt. Am einfachsten ersetzt man je drei ein gleichseitiges Dreieck $//(111)$ bildende O-Atome, wie z. B. No. 5, 6, 7 der Fig. 1, durch ihren gemeinsamen Schwerpunkt. Diese O_3-Schwerpunkte formieren dann ein einziges Gitter mit dem primitiven Rhomboeder $\Pi = \{\bar{1}11\}$. Da sich nun die vier Fe-Gitter mit $\Pi = \{3\bar{1}\bar{1}\}$, wenn man die Fe-Atome punktförmig denkt, als zwei Fe-Gitter mit $\Pi = \{\bar{1}11\}$ betrachten lassen, so haben wir zwei von Fe-Atomzentren aufgebaute Gitter und ein von O_3-Schwerpunkten gebildetes, die alle drei kongruent und parallel und durch das primitive Rhomboeder $\Pi = \{\bar{1}11\}$ ausgezeichnet sind.

Aus Fig. 1 gewinnt man diese drei Gitter, indem man mit den beiden Fe-Atomen No. 3 und 4 sowie mit dem gemeinsamen Schwerpunkt der drei O-Atome No. 5, 6, 7 die Translationen jenes durch $\Pi = \{\bar{1}11\}$ charakterisierten Gitters ausführt.

Dieses Punktsystem vermag während der beiden Eisenglanzschiebungen stets und nur dann Strukturschiebungen zu erfahren, wenn während der Kristallschiebungen die gegenseitige Lage jener drei Gitter in sich selbst übergeht.

Strukturschiebungen im Eisenglanz und Korund (Fig. 2, 3, 4).

Wir untersuchen jetzt, ob die Ineinanderstellung der beiden Fe-Gitter und des O_3-Gitters mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ während der beiden Kristallschiebungen des Eisenglanzes dadurch in sich übergehen kann, daß jeder Punkt dieses dreigitterigen Punktsystems eine gerade, der Gleitrichtung σ_1 parallele Strecke durchläuft, welche s mal so groß als sein Abstand von der Gleitfläche K_1 ist, wo s die „Größe der Schiebung" bedeutet.

Nach dem in der Einleitung Gesagten hat man für jede der beiden Eisenglanzschiebungen die Atomverteilung in zwei Parallelepipeden Π' zu untersuchen, nämlich in einem mit k_1, k'_1, s_2 und in einem mit k_2, k'_2, s_1 konstruierten; jedoch lassen sich beide Parallelepipeda Π' identisch gestalten, indem man $k_1 = s_1$, $k_2 = s_2$ und $k'_1 = k'_2$ macht, wo $k'_1 = k'_2$ den Parameter der Schnittkante der beiden Kreisschnittsebenen K_1 und K_2 bedeutet. Die Indizes der Parameter beziehen wir im folgenden auf die Polkanten des positiven Grundrhomboeders $\{100\}$, so daß $\sphericalangle \alpha = 85^0 42'$, $\sphericalangle A = 94^0 0'$ ist[1].

1. Die Schiebung nach der Basis (Fig. 2).

Es ist $K_1 = (111)$, $K_2 = (11\bar{1})$, $\sigma_1 = [11\bar{2}]$, $\sigma_2 = [112]$. Behufs Anwendung der vier Gleichungen (1 a), (1 b), (2 a), (2 b) (s. Einleitung) legen wir den Parameter $k_1 = s_1 = [1 . 1 . \bar{2}]$ in die X-Achse (σ_1), $k_2 = s_2 = [1 . 1 . 2]$ in die Z-Achse (σ_2), $k'_1 = k'_2 = [\bar{1} . 1 . 0]$ in die Y-Achse. Die Flächen unseres Parallelepipeds Π' sind $K_1 = (111)$, $K_2 = (11\bar{1})$, $S = (1\bar{1}0)$; parallel S, der „Ebene der Schiebung", liegt die neben Fig. 2 verzeichnete Hauptachsenrichtung $\overset{|}{c}$. Fig. 2 ist im gleichen Maßstab und in gleicher Orientierung konstruiert wie Fig. 1 sowie die folgenden

[1] Man steht gegenwärtig vor der Prinzipienfrage, ob man das übliche „Achsenkreuz" einer Kristallart beibehalten oder durch ein röntgenometrisch ermitteltes Parametertripel $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{b}_1$, $\mathfrak{c}_1$ ersetzen will. Es erscheint mir zweckmäßig, vorläufig bei dem gebräuchlichen Achsenkreuz zu beharren. Jedoch wird man für Kristallarten mit rhomboedrischem Gitter ein Miller'sches, für solche mit hexagonalem Gitter ein Bravais'sches Achsensystem wählen.

Fig. 3 und 4; alle Figuren enthalten nur die in und auf dem dargestellten Parallelepiped liegenden Atome.

In den Ecken von *II'* (Fig. 2) mögen Fe-Atome liegen (leere Kreise); dann sind auch die Zentren der Rechtecke K_1 und K_2 sowie des Rhomboids S mit je einem Fe-Atom besetzt; wenig unterhalb jedes Fe-Atoms befindet sich ein zweites, das mit jenem eine Hantel in Richtung der Hauptachse $\overset{|}{c}$ bildet; daher liegen im

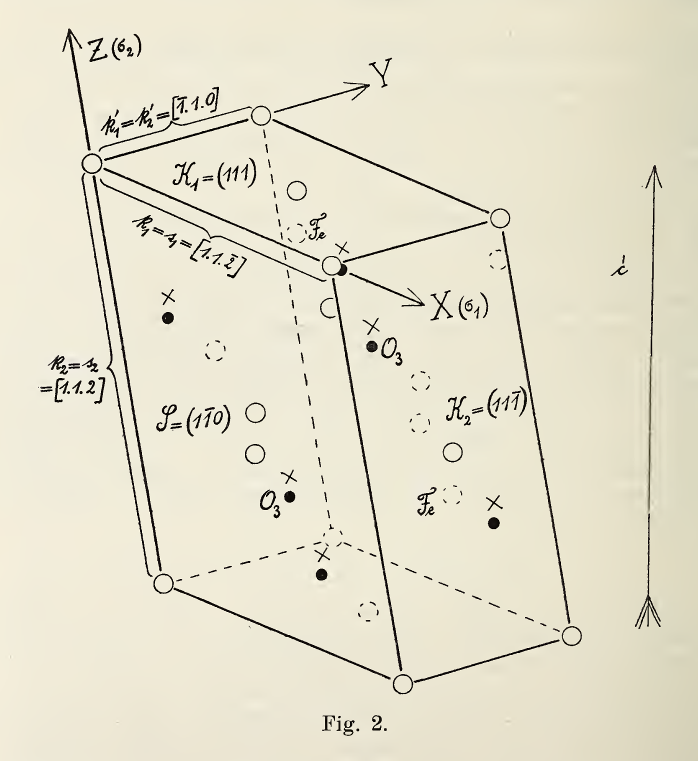


Fig. 2.

Innern jeder der beiden Flächen S außer dem zentralen Fe-Atom noch zwei weitere, während die beiden in Fig. 2 mit „Fe" bezeichneten Atome ins Innere von *II'* sozusagen „hineinhangen". In Richtung der $\overset{|}{c}$-Achse oberhalb oder unterhalb der Fe-Atome befinden sich O_3-Schwerpunkte (volle Kreise), deren je zwei in jeder der beiden S-Flächen liegen, während die beiden in Fig. 2 mit „O_3" bezeichneten O_3-Zentren im Innern des Parallelepipedons *II'* schweben. Letzteres absorbiert also $\frac{8}{8} + \frac{10}{2} + 2 = 8$ Fe-Atome und $\frac{4}{2} + 2 = 4$ O_3-Komplexe. Man sieht sofort, daß z. B. die beiden im Innern von *II'* schwebenden Fe-Atome, die in Fig. 2

mit „Fe" bezeichnet sind, in keiner der durch die Gleichungen (1 a) bis (2 b) fixierten Beziehungen stehen. Es kann also nicht jedes Fe-Atom unabhängig von allen andern Atomen eine gerade $// \sigma_1$ gelegene und seinem Abstande von K_1 proportionale Strecke durchlaufen.

Betrachten wir jetzt statt der einzelnen Fe-Atome die hantelartigen Fe_2-Komplexe, indem wir die Massen je zweier solcher Atome in dem oberen der beiden vereinigt denken. Dann rücken die O_3-Zentren aus den mit vollen Kreisen bezeichneten Orten in die mit einem Kreuz markierten Punkte und es gehen z. B. die beiden im Innern von *II'* befindlichen O_3-Zentren, die in Fig. 2 mit „O_3" bezeichnet sind, in zwei Lagen über, die in keiner der vier Beziehungen (1 a) bis (2 b) zueinander stehen. Mithin können auch die Fe_2-Komplexe und die O_3-Komplexe keine Strukturschiebung vollziehen.

Fassen wir aber schließlich einen Fe_2-Komplex und einen O_3-Komplex zusammen wie z. B. in Fig. 1 No. 3, 4 und No. 5, 6, 7, so erhalten wir Fe_2O_3-Gruppen, deren Schwerpunkte lediglich in den 8 Ecken und den 6 Flächenzentren des Parallelepipedons *II'* liegen (Fig. 2) und daher alle vier Gleichungen (1 a) bis (2 b) zugleich erfüllen. Diese Gruppen Fe_2O_3 formieren ein einzelnes Gitter mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$; die in seinen 8 Ecken gelegenen Fe_2O_3-Schwerpunkte sind in Fig. 4 durch leere Kreise markiert (der volle Kreis hat hierbei keine Bedeutung); die Gitterkonstanten sind, wie Fig. 4 besagt, $a = 4{,}31 \times 10^{-8}$ cm, $\sphericalangle\ \alpha = 55^0 16'$ bezw. $\sphericalangle\ A = 111^0 17'$, während man für den analogen Korund $a = 4{,}03 \times 10^{-8}$ cm, $\sphericalangle\ \alpha = 55^0 22'$ bezw. $\sphericalangle\ A = 111^0 15'$ findet.

2. Die Schiebung nach den Flächen des positiven Grundrhomboeders (Fig. 3).

Wir konstruieren unser Parallelepipedon *II'*, wobei wir $k_1 = s_1 = [0 . 1 . 1]$ in die X-Achse (σ_1), $k_2 = s_2 = [1 . 0 . 0]$ in die Z-Achse (σ_2) und $k'_1 = k'_2 = [0 . 1 . \bar{1}]$ in die Y-Achse legen. *II'* ist von $K_1 = (100)$, $K_2 = (011)$ und $S = (01\bar{1})$ begrenzt; parallel S, der „Ebene der Schiebung", liegt die neben Fig. 3 vermerkte Achsenrichtung $\dot{c}$. Dann liegen $\frac{8}{8}$ Fe-Atome (leere Kreise) in den 8 Ecken von *II'* der Fig. 3 sowie $\frac{2}{2}$ Fe-Atome in den beiden Flächen S, ein Fe-Atom im Schwerpunkt und eines in Richtung der Hauptachse $\dot{c}$ ein wenig unterhalb des letztgenannten Atoms. Von den O_3-Komplexen (volle Kreise) liegen $\frac{2}{2}$ in den beiden Flächen S und einer im Innern von *II'*. Man erkennt leicht, daß weder alle Fe-Atome noch alle O_3-Komplexe eine Paarigkeit entsprechend einer der vier Gleichungen (1 a) bis (2 b) aufweisen; es können also jedenfalls nicht alle Fe-Atome und

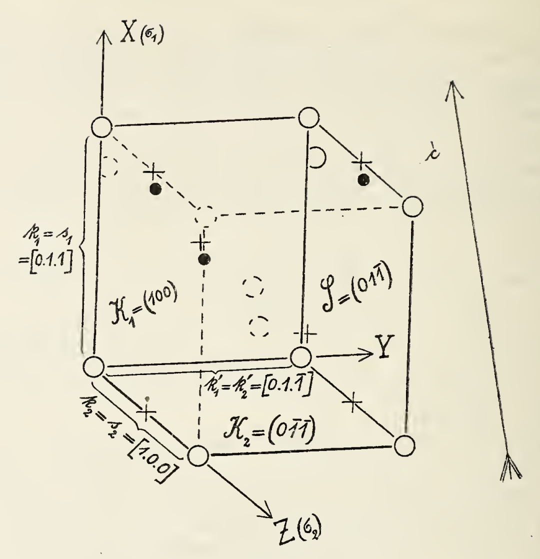

X (σ1)
k1 = s1 = [0.1.1]
K1 = (100)
S = (011̄)
Y
k1′ = k2′ = [0.1.1̄]
k2 = s2 = [1.0.0]
K2 = (01̄1̄)
Z (σ2)
c

Fig. 3.

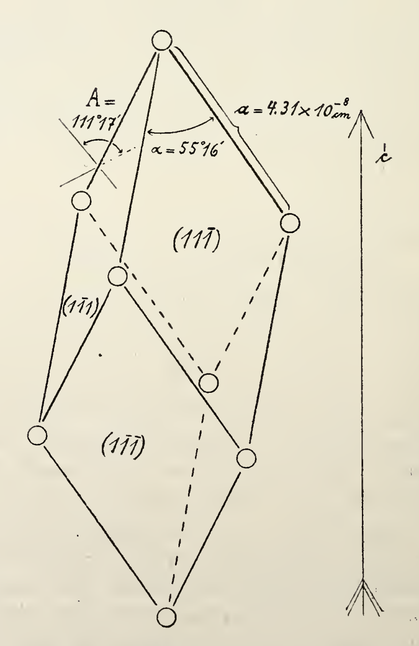

A = 111°17′
α = 55°16′
a = 4.31 × 10⁻⁸ cm
c
(111̄)
(11̄1)
(11̄1̄)

Fig. 4.

O_3-Komplexe zugleich gerade Wege // σ_1 zurücklegen. Läßt man daher jetzt diejenigen Fe-Atome, die das untere Ende der Hanteln bilden, mit den oberen zusammenfallen, so rücken auch die O_3-Komplexe nach oben und zwar an die mit einem Kreuz markierten Stellen der Fig. 3. Man erhält dann einen Fe_2-Komplex in den 8 Ecken und einen zweiten im Schwerpunkte von Π' sowie $\frac{4}{4}$ O_3-Komplexe in den Zentren der vier Kanten $k_2 = s_2 = [1.0.0]$ und $\frac{2}{2}$ O_3-Komplexe in den Zentren der beiden Flächen $K_1 = (100)$ bezw. $(\bar{1}00)$. Folglich sind alle vier Gleichungen (1 a) bis (2 b) zugleich erfüllt.

Das Punktsystem der Fe_2-Schwerpunkte und der O_3-Schwerpunkte vermag also eine Strukturschiebung nach $K_1 = (100)$ mit $\sigma_2 = [100]$ auszuführen. Die Fe_2-Komplexe bilden die Ecken (leere Kreise), die O_3-Komplexe die Schwerpunkte (volle Kreise) primitiver Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$, wie in Fig. 4. Es ist leicht ersichtlich, daß auch $Fe_2 O_3$-Gruppen jener Strukturschiebung fähig sind.

Die obigen Ergebnisse werden nicht beeinflußt von experimentellen Fehlern, soweit diese innerhalb der Freiheitsgrade der Atompositionen liegen.

Das Verhalten des Korunds ist demjenigen des Eisenglanzes völlig analog; obwohl im Korund Schiebungen nach $K_1 = (100)$ bisher nicht bewirkt werden konnten, so werden solche doch durch natürliche Zwillingslamellen und Absonderungen sowie durch die Isomorphie mit Eisenglanz höchst wahrscheinlich gemacht.

Ergebnis.

Die einfachsten Bahnen, auf denen die Atome des Eisenglanzes während der Schiebungen nach (100) oder nach (111) sich bewegen können, sind Zykloiden; fungiert (100) als Gleitfläche, so vermögen sowohl „Komplexe“ Fe_2 und O_3 als auch „Gruppen“ $Fe_2 O_3$ längs der Gleitrichtung σ_1 fortzuschreiten; bei Schiebung nach der Gleitfläche (111) dagegen können nur die Gruppen, nicht aber jene Komplexe gerade Wege // σ_1 zurücklegen.

Ein Komplex Fe_2 wird durch die Atome No. 3 und 4 der Fig. 1, ein Komplex O_3 durch No. 5, 6, 7 der gleichen Figur dargestellt; Fe_2 ist rhomboedrisch pyramidal, O_3 rhomboedrisch tetartoedrisch. Die Atome No. 3, 4, 5, 6, 7 der Fig. 1 bilden eine Gruppe $Fe_2 O_3$ von rhomboedrisch tetartoedrischer Symmetrie.

Eisenglanz besteht also wahrscheinlich aus Molekeln $Fe_2 O_3$, welche, nach einem einfachen Gitter mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ angeordnet, durch die Schiebungen nach (111) oder nach (100) in sich deformiert werden; hierbei vermag vielleicht die Schiebung nach (100), nicht aber diejenige nach (111), eine vorübergehende Auflösung der Molekeln in Komplexe Fe_2 und O_3 zu bewirken. Ganz gleichartig ist das Verhalten des Korunds.

Die Genesis des kristallinen Magnesites.

Von **Hans Leitmeier** in Wien.

Auf p. 52 dieses Bandes des Centralblattes macht Redlich Bemerkungen über die Besprechung der Genesis des kristallinen Magnesites in meinem Aufsatze[1]: Zur Kenntnis der Carbonate. II., in denen er einleitend anführt, daß ich die metamorphe Natur des kristallinen Magnesites bezweifle und Entstehungsmöglichkeiten annehme, die im Widerspruch zu Naturbeobachtungen stehen.

Nachdem ich selbst am Schlusse des erwähnten Artikels auf die mangelnde Übereinstimmung zwischen Schlüssen aus Naturbeobachtungen und solchen aus Experimentaluntersuchungen hingewiesen habe, welche auch Redlich anführt, ist es für den tatsächlichen Stand unserer Kenntnisse über die Entstehung des Magnesites ziemlich belanglos, ob die Naturbeobachtungen, die Laboratoriumsversuche oder beide mangelhaft sind. Es würde sich somit ein Eingehen auf Redlich's Bemerkungen erübrigen, hätten nicht durch diese hervorgerufene Untersuchungen neue Resultate zutage gefördert, die den Mangel an Übereinstimmung zwischen Naturbeobachtung und Experiment so ziemlich beheben. Ich ergreife daher die Gelegenheit, auch die anderen Bemerkungen Redlich's zu untersuchen.

Redlich wirft mir zuerst vor, „die ganzen späteren Arbeiten der Jahre 1913[2] und 1914[3]" übergangen zu haben. Dies geschah aus folgendem Grunde:

In der Arbeit von 1913 werden zuerst eine Reihe von Analysen, größtenteils von Grosspitsch ausgeführt, gebracht, dann wird gesagt, daß sich aus den Naturbeobachtungen und den Analysen die Umwandlung des Kalkes zu Dolomit und die des Dolomites zu Magnesit durch eine Reihe von Zwischenstufen ergibt. Dann wird auf die Analogie der Dolomitbildung in diesen Lagerstätten mit den Resultaten Linck's hingewiesen, und die Verschiedenheit der Schlüsse aus den Experimenten Klement's und Pfaff's mit den natürlichen Vorkommen angeführt. Dann heißt es in derselben Arbeit p. 8: „Herr Dr. Leitmeier in Wien, der gegenwärtig mit Versuchen über die Synthese der Carbonate beschäftigt ist, hat in privater Mitteilung die Ansicht geäußert, daß die Umsetzung des Kalkes in Magnesit vielleicht direkt erfolgen könnte. Dieser Vorgang läßt sich schematisch durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$CaCO_3 + MgH_2(CO_3)_2 = MgCO_3 + CaH_2(CO_3)_2.$$

[1] H. Leitmeier, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XL. 655. 1916.
[2] K. Redlich, Zeitschr. f. prakt. Geol. **21**. 1913.
[3] K. Redlich, Fortschritte der Mineralogie etc. Jena. 4. 10. 1914.

Das am schwersten lösliche Magnesiumcarbonat fällt aus, während das in Lösung bleibende Calciumcarbonat neuerlich der Einwirkung des gelösten Magnesiumbicarbonates ausgesetzt ist:

$$CaH_2(CO_3)_2 + MgH_2(CO_3) = CaMg(CO_3)_2 + 2H_2O + 2CO_2.$$

Das Endstadium wäre bei dieser Annahme Dolomit, doch ist zu seiner Bildung immer ein großer Überschuß an Magnesiumbicarbonatlösung erforderlich." (Die Gleichungen rühren aber nicht von mir her.)

In seinem Referat in den Fortschritten der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie, Jena 1914, p. 38, sagt dann Redlich:

„Die zahlreichen, von O. Grosspitsch in unserer gemeinsamen Arbeit durchgeführten Analysen ergaben auch, daß alle Dolomite dem Normaltypus des Doppelsalzes mit kleinen Abweichungen, welche auf Verunreinigungen zurückzuführen sind, nahe kommen[1], weshalb ich auch die Ansicht, daß der Magnesit sich über das Stadium des Dolomites bildete, nicht mehr für wahrscheinlich halte, vielmehr glaube, daß sich der Magnesit direkt durch Umsetzung gebildet hat, woraus sich auch ungezwungen die verschieden großen Dolomitaureolen, welche bald nur einige Millimeter, bald viele Meter stark, den Magnesit umsäumen, erklären lassen." Dann kommen die beiden eben angeführten Gleichungen. Aber kein Wort steht in diesem Referate, daß ich Redlich gegenüber diese Ansicht aussprach, als er noch an Dolomit als Zwischenstufe festhielt, und daß er, dadurch veranlaßt, seine Ansicht aufgegeben und meine angenommen hat. Vielmehr hat er sofort diese Ansicht auf die Genesis des Siderites übertragen und auch da den Ankerit als Zwischenstufe ausgeschaltet.

Es bestand daher für mich gar keine Veranlassung, eine der beiden Arbeiten, die als wesentlich neu nur meine eigenen früher geäußerten Ansichten enthielten, zu erwähnen.

Auch sonst war für mich keine Veranlassung, eine der beiden Arbeiten anzuführen. In meiner Veröffentlichung: Zur Kenntnis der Carbonate. II., habe ich auf die große Wichtigkeit der Untersuchungen von Klement[2] über die Dolomitbildung hingewiesen und die Übereinstimmung mit den Ergebnissen Linck's und seiner Schüler gezeigt. Redlich aber verwirft die Untersuchungen Klement's als für die natürlichen Verhältnisse irrelevant, verwirft sie zusammen mit Pfaff's Arbeiten, die freilich für die Dolomitbildung

---

[1] Zu dieser Behauptung hätte es wohl kaum mehr neuer Analysen bedurft, weil aus der Zusammenstellung aller Dolomitanalysen, z. B. im Doelter'schen Handbuch der Mineralchemie (Steinkopff. 1912. Bd. I), deutlich dieses konstante Verhältnis hervorgeht, worauf ich ausdrücklich hingewiesen habe.

[2] Klement, Min.-petr. Mitteil. **14**. 526. 1895.

in der Natur keine Bedeutung haben. Wozu hätte ich das damals anführen sollen? In der ersten Arbeit schrieb Redlich p. 96: „Erhöhung der Temperatur und Druck, ferner die Anwesenheit von Lösungsgenossen und besonders von Kohlensäure werden die Dolomitbildung begünstigen."

Redlich gibt aber nicht an, welche Lösungsgenossen die Dolomitbildung begünstigen sollen; auch sind in der Literatur keine Verbindungen bekannt, deren Jonen erwiesenermaßen eine derartige Wirkung haben; diese Behauptung ist unrichtig. Wenn Redlich von Kohlensäure spricht, so kann er nur freie Kohlensäure meinen, die kann (siehe die Versuche Spangenberg's später) nur als Druckerhöhung wirken, und das ist ja schon im ersten Teil des Satzes gesagt; eine andere Einwirkung der CO_2, wie sie Redlich anzunehmen scheint, kann der Dolomitbildung, überhaupt jeder Carbonatbildung, an Ort und Stelle nur entgegenwirken, da sie das Lösungsvermögen des Wassers erhöht.

In der anderen Arbeit werden p. 39 die drei Retgers'schen Reihen von trigonalen Carbonaten besprochen:

I.	II.	III.
Kalkspat-Reihe	Ankerit-Reihe	Braunspat-Reihe
$CaCO_3$	$CaMgC_2O_6$	$MgCO_3$
$SrCO_3$	$CaFeC_2O_6$	$FeCO_3$
$BaCO_3$	$CuMC_2O_6$	$MnCO_3$
$PbCO_3$		$ZnCO_3$

Dann heißt es: „Jede der Reihen vermag gleichsam in fester Lösung als Verunreinigung geringe Mengen eines Salzes der anderen Reihe aufzunehmen, ohne aber eigentlich Mischsalze zu bilden."

Dann gleich weiter unten: „Tonerde, Kieselsäure, Manganverbindungen und Calciumcarbonat sind mechanische Beimischungen und könnten höchstens in kleinen Quantitäten als feste Lösungen angesehen werden."

Hier liegt eine Verwechslung der Bedeutung von mechanischer Beimischung, fester Lösung, isomorpher Mischung und Verunreinigung vor, denn nach dem Vorstehenden wäre feste Lösung gleichbedeutend mit Verunreinigung. Daß Manganverbindungen in den Carbonaten der trigonalen Reihe Verunreinigungen sind, entspricht nicht den Tatsachen, denn das trigonale Mangancarbonat — der Rodochrosit — ist ja isomorph mit den Gliedern der Reihe III. Daß auch das $CaCO_3$ isomorph mit den Gliedern der III. Reihe ist, unterliegt gleichfalls kaum einem Zweifel; nur bestehen zwischen ihnen und dem $CaCO_3$ Mischungsreihen mit großer Lücke.

Bei dieser Gelegenheit sei auch auf die unmöglichen Reaktionsgleichungen Redlich's hingewiesen. Derartige Gleichungen besagen, daß, wenn man die Lösungen zweier Carbonate (von den entsprechenden, von Redlich angenommenen) zusammengießt, ein

Carbonat ausfällt. Das ist unrichtig; derartige Reaktionsgleichungen — und Reaktionsgleichungen sind es ja nach ihrer Formulierung — sind prinzipiell unmöglich.

Redlich glaubt wahrscheinlich, daß, ausgehend vom Nernst-schen Löslichkeitsprinzip zweier gleichjoniger Salze, das leichter lösliche sich in der Lösung des schwerer löslichen Salzes auflöst und dieses ausfällt. Ich habe in meiner Arbeit „Zur Kenntnis der Carbonate. II.“ schon darauf aufmerksam gemacht, daß das Nernst'sche Prinzip auf den vorliegenden Fall kaum angewandt werden kann. Das Nernst'sche Prinzip gilt nur bei ähnlichem Löslichkeitsgrade; und ich habe auf die viel größere Löslichkeit des Magnesiumcarbonates (wenn man nicht vom Anhydrid, sondern von einem Hydrat ausgeht) aufmerksam gemacht, die um ein Vielfaches größer ist als die des Calciumcarbonates. Außerdem handelt es sich hiebei ja auch um die Gegenwart von Kohlensäure, die mit beiden Carbonaten noch eine saure Verbindung bilden kann, so daß die Gültigkeit des Nernst'schen Prinzipes für diesen Fall unwahrscheinlich erscheint. In dieser Richtung angestellte Versuche bestätigten mir diese Annahme.

Aber selbst wenn man den Vorgang mit dem Nernst'schen Prinzip in Zusammenhang bringen will, darf man ihn nicht als Reaktion formulieren, weil es sich ja nur um Löslichkeitsbeeinflussung und keineswegs um eine chemische Reaktion handelt.

Der Umstand, daß man das Nernst'sche Prinzip hier nicht anwenden kann, bewog mich zu sagen, daß die Redlich'sche Theorie der metamorphen Magnesitbildung nicht mit dem Chemismus der beiden Carbonate $CaCO_3$ — $MgCO_3$ im Einklang stände; ich konnte damals allerdings keine neue Erklärungsweise geben, die Experimentaluntersuchungen und Naturbeobachtungen in gleicher Weise zu vereinen vermag. Deshalb erwog ich andere Bildungsbedingungen und dachte an eine marine Bildung, die ich für durchaus nicht ausgeschlossen halte. Es ist ein Irrtum Redlich's, wenn er glaubt, daß ich dabei nur an seinen Typus Hall denke. Ich vermag überhaupt den einzelnen Typen des kristallinen Magnesites keine so weitgehende Bedeutung beizulegen. Die Abwesenheit von Sulfaten ist noch lange kein Beweis, wie Redlich auf p. 53 in seinem Angriff meiner Arbeit glaubt, daß eine Bildung marin sei. Dolomite marinen Ursprungs sind gewöhnlich frei von Sulfaten. Warum ich aber die mangelnde Übereinstimmung der Laboratoriumsversuche und der Naturbeobachtungen so sehr betonte, das hat seinen Grund in erster Linie im Auftreten magnesitisierter Fossilreste, auf die sich Redlich immer wieder als Hauptstütze seiner Theorie beruft. In der Veitsch fanden sich Crinoideenreste, die nach den mitgeteilten Analysen in Magnesit umgewandelt waren. Redlich war zuerst von der Umwandlung der Kalkcrinoideen in Dolomit und dann weiter in Magnesit überzeugt,

hat dann später aber auch für diese die direkte Umwandlung des Kalkcarbonates zu Magnesit für wahrscheinlicher gehalten. REDLICH spricht von der Häufigkeit derartiger Magnesit-Fossilien. Die beiden Analysen, die REDLICH vornehmen ließ, geben folgende Zusammensetzung[1]:

	I.	II.
$CaCO_3$	4,29	2,10
$MgCO_3$	66,30	91,06
$FeCO_3$	11,74	2,70

Die 18 % bei der ersten und die 4 % bei der zweiten Analyse, die auf 100 % fehlen, werden als nicht näher bestimmter Rückstand bezeichnet. Ob die Kohlensäure bestimmt oder nur errechnet wurde, ist nicht angegeben. In einer Tafel werden unter Fig. 3 derartige Crinoidenstiele abgebildet.

Die unverhältnismäßig große Menge des „nicht näher bestimmten" Rückstandes ist namentlich bei der 1. Analyse sehr auffällig; bei sorgsamer Auslese, da ja doch kein Materialmangel vorhanden war — REDLICH spricht ja von häufigem Vorkommen derartiger umgewandelter Tierreste — mußte genug reines Material dieser weißen Carbonatgebilde erhalten werden. Eine sorgfältige Neuanalyse dieser Stufen erschien mir daher sehr wünschenswert. Ich habe alles mir verfügbare Material teils qualitativ, teils quantitativ untersucht. Eine kleine Stufe mit Magnesitcrinoideen, die mir Herr Prof. Dr. K. A. REDLICH im Jahre 1909 in Leoben gab, wurde quantitativ mit folgendem Resultat untersucht:

CaO	31,07	$CaCO_3$	53,67
MgO	20,32	$MgCO_3$	42,49
FeO	2,10	$FeCO_3$	3,39
SiO_2 (Quarz)	0,42	Unlöslich	0,42
			99,97

Die Kohlensäure wurde nicht bestimmt; die errechnete CO_2 ist fast stets die richtigere Zahl, als die durch Bestimmung gefundene. Das Material war sorgfältig ausgewählt und u. d. M. auf seine Reinheit geprüft worden.

Eine (die einzige) Stufe des mineralogisch-petrographischen Institutes, die auf einer Exkursion unter der Führung REDLICH's gesammelt worden war und äußerlich vollständig der in Fig. 3 abgebildeten Stufe entsprach, wurde ebenfalls analytisch untersucht und folgendes gefunden:

CaO	30,59	$CaCO_3$	54,60
MgO	19,58	$MgCO_3$	40,94
FeO	3,03	$FeCO_3$	4,89
Unlöslich (SiO_2)	0,17	Unlöslich	0,17
			100,60

[1] In Zeitschr. f. prakt. Geol. 1913. Analysen No. 7 u. 8.

Die Auslese des Analysenmateriales wurde natürlich auf die gleiche sorgfältige Art vorgenommen.

Es war also beide Male Dolomit vorgelegen.

Darnach kann wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß es sich früher um unrichtige Analysen gehandelt hat, daß vielleicht das Analysenmaterial verwechselt wurde.

Ich ersuchte Herrn Prof. Dr. K. A. Redlich, mir die bei mehreren Anlässen (z. B. Vortrag bei dem Naturforscherkongreß in Wien 1912) gezeigte Stufe, die die Abbildung Fig. 3 in der Zeitschr. f. prakt. Geol. wiedergibt und auf die sich die eine der früher angegebenen, auf Veranlassung Redlich's ausgeführten Analysen bezieht, zur Ausführung einer neuen Analyse zu übersenden. Darauf teilte mir Herr Prof. Redlich mit, daß meine Annahme richtig sei, das Material der Analyse I auf p. 450 (in Redlich's Arbeit No. 7) wahrscheinlich verwechselt wurde und Dolomit vorliege. Die nach Redlich häufig auftretenden Magnesitcrinoideen sind also Dolomit.

Herr Prof. Dr. Redlich teilt mir weiter mit, daß Analyse II auf p. 450 (in Redlich's Arbeit Analyse 8) bestimmt richtig sei, daß aber das Vorkommen so außerordentlich selten sei, daß alles Gefundene ganz für die Analyse verwendet werden mußte. Ich vermag dem nicht ohne weiteres beizupflichten; war bei No. 7 das Material verwechselt worden, so konnte es ebensogut auch bei No. 8 der Fall sein. Die Existenz derartig metamorphosierter Crinoideen muß daher vorläufig als äußerst zweifelhaft gelten.

Damit ist Redlich's Magnesithypothese ihrer hauptsächlichen und realsten Stütze beraubt.

Zugleich aber, und das ist das Ergebnis meiner Untersuchungen, besteht nun keine prinzipielle Differenz mehr zwischen Laboratoriumsversuchen und Naturbeobachtungen.

Hier kommen vor allem die von K. Spangenberg[1] auf Veranlassung G. Linck's unternommenen Versuche in Betracht. Er ließ Magnesiumcarbonatlösungen auf eine labile $CaCO_3$-Modifikation — den Vaterit — einwirken und erhielt je nach Druck und Temperatur bis zu 80° C entweder $MgCO_3 + 3H_2O$ oder das sog. Linck'sche Mischsalz, das wasserfreie Sphärolithe von Calcium-Magnesiumcarbonat bildet. Nur bei höherer Temperatur und erhöhtem Druck bildete sich das Mischsalz, sonst das Magnesiumcarbonat-Hydrat. Ähnliche Mischsalze hatte auch C. Klement[2] erhalten, als er auf labiles $CaCO_3$ (er verwendete Aragonit) mit Mg-Salz (Magnesiumsulfat und -chlorid) Lösungen behandelte. Diese Mischsalze sind selbst nicht Dolomit, können sich aber, wie schon

[1] K. Spangenberg, Zeitschr. f. Krist. **52**. 529. 1913.

[2] l. c.

Klement annimmt — und Meigen[1] pflichtete dieser Ansicht bei — in Dolomit umwandeln.

Alle diese Versuche zeigen, daß bei Anwesenheit des nötigen Druckes (siehe Spangenberg) bei höherer Temperatur der Bodenkörper, das $CaCO_3$ angegriffen, d. h. aufgelöst wird und sich dann aus der Lösung Sphärolithe bilden, die aus $MgCO_3$ und $CaCO_3$ in nicht näher definierbarer Form (Linck'sches Mischsalz) bestehen. War genügend CO_2 in der Lösung anwesend, so wird sich bei niedrigeren Temperaturen — oder auch gleichzeitig bei höheren Temperaturen —, wenn die Gelegenheit zur Ausscheidung geboten wird (Druckänderung, CO_2-Entweichen, Verdunsten etc.) sich das $MgCO_3 + 3H_2O$ bilden. Daraus ergibt sich ziemlich ungezwungen folgende Bildungshypothese:

Lösungen, die hauptsächlich dissoziiertes Magnesiumchlorid und Kohlensäure (neben anderen Bestandteilen) enthalten, dringen in Kalksteine ein. Bei erhöhter Temperatur und Druck wirkt das Mg-Salz auf den Kalk ein und setzt diesen zu Ca-Mg Mischsalzen (Linck'sches Mischsalz) um. Gleichzeitig, vorher, oder nachher konnte je nach den Umständen Magnesiumcarbonat in der Hydratform sich abscheiden. Beides, Magnesiumcarbonat und die Mischsphärolithe wandelten sich später in Magnesit bezw. Dolomit um.

Bei den eben erwähnten Versuchen Spangenberg's ist es übrigens durchaus nicht sicher, ob der ursprüngliche Bodenkörper, der Vaterit, zuerst in Lösung ging und dann erst die Ausscheidung des sog. Mischsalzes eintrat. Über die Natur des Mischsalzes wissen wir — begreiflicherweise, denn es handelt sich ja um überaus kleine Kristalleinheiten — ziemlich wenig. Angenommen wird, daß sich darin das $CaCO_3$ in der Vateritmodifikation befindet; das $MgCO_3$ tritt vielleicht in einer ähnlichen Form darin auf. Es ist nun ganz leicht anzunehmen, daß bei höheren Temperaturen und Drucken sich nicht das $MgCO_3 + 3H_2O$, sondern einfach diese Modifikation des $MgCO_3$, die wasserfrei ist, gebildet hat, daß also einfach zum Vaterit die Magnesiumcarbonatsphärolithen dazugetreten sind.

Ich halte diese Erklärung sogar für wahrscheinlicher.

In der Natur wirken die Wässer auf stabilere Formen des $CaCO_3$; da wird $CaCO_3$ aufgelöst werden, wenn die Lösung an $MgCO_3$ nicht gesättigt ist und freie CO_2 enthält. Dies ist um so wahrscheinlicher, als die Natur ja mehr mit verdünnteren Lösungen arbeitet.

Auf diese Weise, die im wesentlichen den Darlegungen Klement's entspricht, kann in ganz ungezwungener Weise die wechselnde

---

[1] Meigen, Geolog. Rundschau. 1. 126. 1910.

Ablagerung von Dolomit und Magnesit erklärt werden, wobei nur der Dolomit als metamorphe Bildung zu betrachten ist.

Bei der Einwirkung von Magnesiumbicarbonatlösungen auf labiles $CaCO_3$ bildet sich auch beim Erwärmen, wenn der Druck nicht zu groß ist, nur das $MgCO_3 + 3H_2O$ als einfache Ausscheidung durch CO_2-Verlust.

Bei höheren Temperaturen und größerem Druck bilden sich dann wiederum die Mischsphärolithe, das $CaCO_3$ wird aufgelöst und kommt gemeinsam mit dem $MgCO_3$ zum Absatze; oder aber es kommt, wie man aus SPANGENBERG's Versuchen schließen kann, bei höheren Temperaturen einfach auch das $MgCO_3$ in einer sphärolithischen Ausbildung zum Absatze. Dasselbe wäre auch eingetreten, wenn kein Calciumcarbonat als Bodenkörper dagewesen wäre.

Aber gleichwie eine direkte sedimentäre Dolomitbildung durchaus möglich ist und nach meiner Ansicht sogar wahrscheinlich ist, kann man auch eine gleichzeitige sedimentäre Magnesitbildung annehmen. Darüber geben die von K. SCHMIDT[1] studierten Vorgänge Aufschluß. Er erhielt durch Zusammengießen wechselnder Mengen Ammoniumsesquicarbonat, Magnesiumchlorid und Calciumchloridlösungen Mischsalze von wechselnder Zusammensetzung (LINCK'sches Mischsalz) und Magnesiumcarbonathydrat. Derartige Bildungsbedingungen sind im Meerwasser gegeben. Also marine Dolomit-Magnesitbildung ist durchaus möglich und keinesfalls auf den Typus Hall beschränkt, der nur dadurch von anderen Magnesitablagerungen verschieden ist, als er gemeinsam mit Sulfat-Chloridablagerungen (Salzlager genannt) auftritt.

Derartige Entstehungsmöglichkeit kann für fossilloses Dolomit-Magnesitvorkommen angenommen werden.

Was die Herkunft des Magnesiums anbelangt, so ist sie bei der marinen Magnesitbildung von selbst gegeben; bei der nicht marinen Bildung brauchen wir uns über die Magnesia-Mengen, die zugeführt, gewiß nicht wundern, wie REDLICH ganz richtig bemerkt. Die Mineralquellen in unserer jetzigen, an vulkanischer Tätigkeit so armen Zeit lassen auf die früherer Erdperioden zurückschließen. Daß Lösungen heute noch existieren, die eine meiner p. 452 gegebenen Theorie der Magnesitbildung entsprechen, zeigt die Donatiquelle[2] von Rohitsch-Sauerbrunn in Untersteiermark.

REDLICH's Heranziehen der Lösungen, welche die Erzgänge des Siegener Landes bildeten, dünkt mich wenig glücklich; denn abgesehen davon, daß man auch dort über die genetischen Verhältnisse noch durchaus nicht im klaren ist, handelt es sich im Siegener Lande um Gänge ganz bedeutender Länge, die, wenn sie auch an Mächtigkeit manchmal 10 m übersteigen, eben doch Gänge sind und mit einem

---

[1] K. SCHMIDT, Dissertation. Jena 1913.

[2] Zeitschr. f. Krist. **47**. 105. 1909.

stockförmigen Auftreten wie das des Magnesites nicht verglichen werden können; auch nicht in bezug auf die angesammelte Erzmenge, die sich bei Gängen doch auf ein weit größeres Areal verteilt als auf die kompakten Dolomit-Magnesitmassen z. B. der Veitsch.

Zusammenfassend möchte ich somit bemerken:

Die Annahme einer Bildung von Magnesit im großen Stile durch Umwandlung von Calcit ist in keiner Weise bewiesen; die hauptsächliche Stütze dieser Hypothese, das häufige Vorkommen von Crinoideenresten, die in Magnesit umgewandelt wurden, hat sich als äußerst unsicher herausgestellt; die Existenz derartiger Bildungen ist fraglich. Andererseits vermögen die Laboratoriumsversuche von Klement, Linck's und seiner Schüler und von mir die Dolomit- und Magnesitbildung zu erklären; es besteht also kein prinzipieller Gegensatz zwischen Laboratoriumsversuchen und Naturbeobachtungen, wie Redlich und ich noch vor kurzem annehmen mußten.

Magnesit kann sich auf verschiedene Weise bilden, die sich, wenn auch nicht synthetisch nachmachen, so doch experimentell erklären lassen. Die marine Magnesitbildung ist durchaus nicht auf den Typus Hall (Redlich) beschränkt.

Schraubstock oder Brandung in den Alpen?

Von **H. Mylius** in München.

Mit 2 Textfiguren.

Wenn die Natur Phänomene zeigt, die man sich nur schwer vorstellen kann, sei es, weil man ihre Ursache nicht begreift, sei es, weil sie in ihrer Wirkung zu gewaltig sind, so kann es vorteilhaft sein, wenn man einer alltäglicheren Erscheinung ansichtig wird, die sich in Ursache und Wirkung mit mehr Erfolg beurteilen und gleichzeitig mit jenem Phänomen vergleichen läßt.

Die einfache Arbeitsweise des gewöhnlichen Schraubstocks und die an jeder Küste zu beobachtende Brandung des Meeres sind zwei solche alltägliche Erscheinungen, die man in der modernen Literatur oft erwähnt findet, um das gewaltige Phänomen zu erklären, das sich bei der Entstehung der Alpen abgespielt hat. Auch eine letzthin von Argand erschienene Arbeit „Sur l'arc des

Alpes occidentales"[1], über die in dieser Zeitschrift von mir referiert wurde[2], macht von den beiden Vergleichen ausgiebig Gebrauch.

Über die Kräfte, denen die Alpen ihre Entstehung verdanken, wird heute noch heftig gestritten, und zwar ebensowohl über die Art und Weise, wie sie arbeiteten, wie über den Grad ihrer Wirkung. Da man nun über die Arbeitsweise des Schraubstocks wie über die Brandung des Meeres hinlänglich unterrichtet ist, so trägt es vielleicht zur Klärung der Verhältnisse bei, wenn beide Erscheinungen auf ihre Brauchbarkeit zu einem Vergleich mit den Alpen etwas eingehender betrachtet werden.

Der Schraubstock. Über seine Wirkungsweise braucht kaum etwas gesagt zu werden, außer, daß seine eine Backe meist fest, die andere beweglich ist, und daß man zwischen dieselben einen harten, seltener einen weichen, aber wohl nie einen breiförmigen Gegenstand einzuklemmen pflegt.

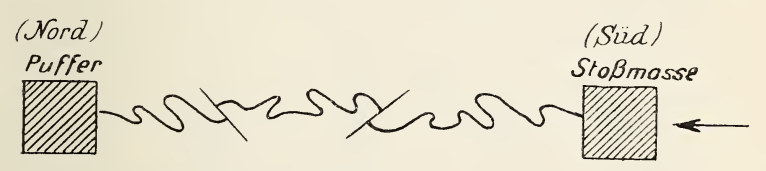


Fig. 1.

Vergleich. Von dem Landstrich, der den Nordsaum der Alpen begrenzt, und der einen Teil der europäisch-asiatischen Masse[3] darstellt, wird angenommen, daß er sich während der großen alpinen Bewegungen in relativer Ruhe befand[4]. Er ist die feste Backe des Schraubstocks. Der den Südsaum der Alpen begrenzende Landstrich hingegen, der zur indoafrikanischen Masse gehört, stellt die bewegliche Backe dar. Durch nordwärts gerichtetes Anpressen der letzteren gegen erstere wurde das zwischen ihnen gelegene Gebiet der alpinen Geosynklinale zusammengedrückt, was unter Falten- und Schuppenbildung geschah. Die nördliche Backe pflegt man auch als Puffer, die südliche als Stoßmasse zu bezeichnen. Fig. 1 veranschaulicht ohne weiteres den beschriebenen Vorgang.

---

[1] Eclog. geol. helv. **14**. 1916.

[2] N. Jahrb. f. Min. etc. 1917.

[3] Die Bezeichnungen europäisch-asiatische (bezw. eurasische) und indoafrikanische Masse habe ich der Einfachheit halber von Argand's Arbeit übernommen, um nicht die Diskussion auf das Gebiet der Abgrenzung der großen starren Kontinentalmassen zu bringen. Ich hätte eine andere Gliederung der letzteren vorgezogen.

[4] Auf Größe und Richtung seiner wirklichen Bewegung soll hier nicht eingegangen werden.

Die Brandung. Wenn man auf hoher See verfolgt, wie sich die Wellen senkrecht zu ihren Längsachsen fortbewegen, so hat man den Eindruck, als ob alles Wasser sich mit ihnen in gleicher Richtung und mit gleicher Geschwindigkeit in Bewegung befände. Dies ist in Wirklichkeit nicht der Fall; denn wenn man einen auf dem Wasser frei treibenden Gegenstand beobachtet, so sieht man, daß er nicht dem sich horizontal verschiebenden Bild einer einzelnen Welle folgt, sondern von allen Wellen der Reihe nach ergriffen wird und nur unter relativ geringer Platzverschiebung sich in vertikaler Richtung auf und ab bewegt. Die Erscheinung, die sich physikalisch sehr einfach erklärt, beruht darauf, daß nur das wellenförmige Oberflächenbild des Wassers sich horizontal verschiebt, während alle Wasserteilchen sich in gesetzmäßiger Weise schaukelnd auf und ab bewegen und eben hierdurch das Wellenbild erzeugen. Zu Fig. 2, die das Gesagte erläutert, brauchen nur noch wenig Worte hinzugefügt zu werden.

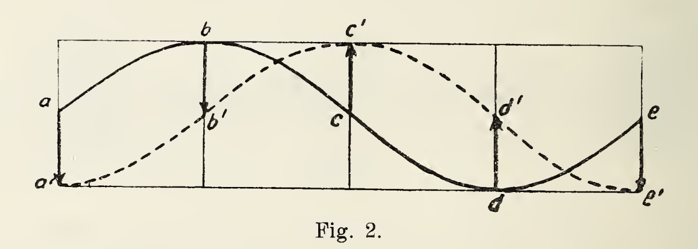


Fig. 2.

Durch Abwärtsbewegung der Punkte a, b und e nach a', b' und e', sowie durch Aufwärtsbewegung der Punkte c und d nach c' und d' entsteht aus dem Wellenbild a b c d e das neue Bild a' b' c' d' e'; und dieses zeigt, daß der Wellenberg, der zuerst bei b lag, sich nach c' verschoben hat, das Wellental von d nach e'. Noch weiter auf das Wesen der Wellenbewegung einzugehen, würde hier zu weit führen. Jedoch muß noch darauf hingewiesen werden, daß in der Natur die Wellen nie ganz frei von horizontalen Bewegungen sind, denn einmal muß begreiflicherweise ein ununterbrochener Ausgleich zwischen den benachbarten Berg- und Talgebieten stattfinden, wenn in jenen die Wassermenge wächst, in diesem abnimmt, was durch gegenseitige Verschiebungen der einzelnen kleinsten Wasserteilchen untereinander geschieht; und dann bewirkt vor allem der Wind, daß im Sinne der Wellenfortpflanzung auch das Wasser nach und nach in Strömung gerät; diese bleibt aber an Geschwindigkeit stets weit hinter jener zurück.

Wenn die Wellen sich einer Küste nähern und an ihr brechen, spricht man von Brandung. Die Wellen werden im Brandungsbereich durch den ansteigenden Meeresboden in ihrer freien Ent-

wicklung gehemmt, insbesondere werden die vertikalen Schwingungen verhindert. Die vorgenannte, vom Wind erzeugte Strömung kommt nun mehr und mehr zur Geltung, wird aber gleichzeitig am Boden immer stärker infolge Reibung verzögert, wodurch sich schließlich die Wellen in der Richtung auf die Küste überschlagen. Erfolgt die Brandung genau senkrecht auf die letztere, so zeigen die Wellenkämme und -täler mit ihr parallelen Verlauf. Erfolgt sie aber schräg zu ihr, so verzögern die küstennahen Teile der Wellen infolge des vorgenannten Widerstandes ihre Geschwindigkeit mehr wie die küstenfernen, und die Wellen nehmen bogenförmige Gestalt an; hierbei schließen sie mit der Küste einen nach vorne, d. h. in der Bewegungsrichtung geöffneten spitzen Winkel ein.

Vergleich. Ein solcher läßt sich zunächst einmal in beschränkter Weise anstellen, indem man nur die Bilder der Wellen mit denen der Faltenzüge der Alpen vergleicht. In der Tat sind die Bilder ähnlich, denn hier wie dort erblickt man lang hinziehende gewölbeartige Kämme getrennt durch muldenartige Täler. Hier wie dort überschlagen sich auch die Gewölbe unter gewissen Bedingungen nach einer Seite.

Manche Geologen gehen aber noch weiter und vergleichen nicht nur die fertigen Bilder, sondern auch ihre Entstehungsweisen miteinander. Wie die Wellen des Meeres sich auf eine Küste zu bewegen und an ihr branden, so sollen auch die Gesteinsmassen der Alpen zu einer Zeit, als sie sich noch in weichem, plastischem Zustande befanden, in nordwärts gerichtete Strömung geraten sein. Am Südrand der europäisch-asiatischen Masse erfolgte dann Brandung und schließlich Erstarrung der bei diesem Vorgang entstandenen Falten-, bezw. Wellenbilder. In welchem Maße die Strömung des alpinen Materials auf den Vorstoß der indoafrikanischen Masse zurückzuführen ist, oder inwieweit sie als Gleitbewegung selbstständig erfolgte, wird verschieden beurteilt.

Kritik zum Vergleich mit dem Schraubstock. Für die Brauchbarkeit dieses Vergleiches sprechen zunächst die praktischen Versuche, die mit Apparaten schon wiederholt angestellt wurden, die auf dem Prinzip des Schraubstocks beruhen. In Kasten, in denen mit verschieden festen und verschieden gefärbten Materialien (Ton, Sand, Gips usw.) eben gelagerte Schichtenfolgen künstlich hergestellt wurden, preßte man dieselben von einer Seite her zuzammen. Die Bilder, die dabei entstanden mit Faltungen und Schuppungen, waren denen der Alpen in so hohem Maße ähnlich, daß man sie als ihre verkleinerte Wiedergabe bezeichnen kann.

Wenn man nun annimmt, daß die Falten- und Schuppenzüge der Alpen nicht nur als Bilder mit den im Schraubstock erzeugten übereinstimmen, sondern mit ihnen auch eine ähnliche Entstehungsursache aufweisen, nämlich die der seitlichen bezw. horizontalen Zusammenpressung, so wird man in erster Linie auf den Stand-

punkt der Kontraktionstheorie geführt. Diese läßt sich am besten mit der Arbeitsweise des Schraubstocks vergleichen. Wie soll man anders verstehen, daß die indoafrikanische Masse mit solcher Gewalt an die europäisch-asiatische gepreßt wurde, daß längs ihrer Naht die Erdschichten sich zu so einem gewaltigen Gebirge wie die Alpen aufbäumten?

Daß die Kontraktionstheorie immer noch die beste Arbeitshypothese ist, um die Entstehung aller Faltengebirge zu erklären, habe ich in meinen Arbeiten oft und stark betont, erst voriges Jahr wieder anläßlich eines Querschnitts durch die Alpen [1]. Nun erhielt ich auch kürzlich von Arn. Heim, einem der besten Kenner der Alpen, ein Referat über einen von ihm in Zürich gehaltenen Vortrag [2] zugesandt, in welchem er den gleichen Standpunkt mit den Worten vertritt: „Daß die Deckenbildung durch Kontraktion der Erdrinde erzeugt ist, steht für alle schweizerischen Alpentektoniker außer Frage, und die klassische Theorie von der Abkühlung und dem Kleinerwerden des Erdinnern ist trotz vieler Einwände noch heute die beste Erklärung für die gewaltige Schrumpfung der Erdrinde". Daß Arn. Heim Anhänger der Deckentheorie ist und hierin von meiner Auffassungsweise vom Bau der Alpen stark abweicht, tut nichts zur Sache. Im Gegenteil, dies zeigt, daß man sich auf einen Standpunkt bezüglich des Alpenbaues stellen kann wie man will, auf die Kontraktionstheorie kommt man immer wieder zurück, um ihn ungezwungen zu erklären.

Die Kontraktion der Erde unter Falten- und Schuppenbildung wird also vom Schraubstock in wirklich vorzüglicher Weise veranschaulicht.

Kritik am Vergleich mit der Brandung. Es soll zunächst wieder nur die Bildung von Wellen für diesen Vergleich herangezogen werden. Daß sich gegen einen solchen, sofern man nur die fertigen Bilder berücksichtigt, nichts einwenden läßt, ist zuzugeben. Denn warum soll sich einem Wanderer, der die Alpen durchstreift, wenn er große Schichtmassen aus Taltiefen zu Bergeshöhen ansteigen und jenseits derselben wieder abfallen sieht, nicht das Bild von mächtigen Wellen aufdrängen? Aber den Vergleich auch auf die mechanische Entstehungsweise beider Gebilde auszudehnen, muß aus folgenden Gründen zurückgewiesen werden.

1. Die Wellenbewegung ist, wie gezeigt wurde, eine vertikale, die Faltenbewegung hingegen eine horizontale. Nur unter dem Zwang der horizontalen Raumverkürzung und der dadurch in vertikaler Richtung benötigten Raumvergrößerung sind bei der Ge-

---

[1] H. Mylius, Ein geologisches Profil vom Säntis zu den Bergamasker Alpen. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLI. 1916.

[2] Arn. Heim, Neue Fortschritte in der Geologie der Schweizer Alpen. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich. Jahrg. 62. 1917.

birgsbildung die Gewölbe nach oben ausgewichen, und ist so das Faltenbild entstanden.

2. Wird eine plastische Masse von solch fließender Beschaffenheit, daß sie zur Wellenbildung befähigt ist, unter seitlichem Druck, also durch horizontale Kraft langsam auf einen schmäleren Raum zusammengedrängt, so vollzieht sich die dabei ergebende Fließbewegung nicht unter Wellenbildung, sondern es verschieben sich entweder die einzelnen Massenteilchen untereinander unter ruhigem Ansteigen der gesamten Oberfläche, oder es wälzen sich auf dieser die Massen, wenn sie weniger flüssig sind, fladenartig übereinander. Wollte man die Masse der alpinen Geosynklinale vermöge ihres breiförmig gedachten Zustandes in wellenförmige Bewegung versetzen, so gelänge dies nur durch vertikale Kraft, wenn man nach dem Muster der Undosa-Wellenbäder mit der indoafrikanischen Masse kräftig auf- und abpumpte.

3. Wären die Falten durch irgend eine wellenähnliche Bewegung entstanden, was nicht nur einen breiförmigen Zustand derselben, sondern auch eine gewisse Geschwindigkeit der Bewegung voraussetzen würde, so ließe sich nicht begreifen, wie die zu der Höhe der Alpen gehobenen Massen auf dieser plötzlich erstarren konnten.

4. Die Erscheinungen von Schuppenstruktur, die in allen Teilen der Alpen zu beobachten sind, setzen für diese ein so weit vorgeschrittenes Stadium der Erstarrung voraus, daß die in den letzten zwei Punkten gemachte Voraussetzung breiförmiger Plastizität nicht mehr erfüllt wird und damit die Möglichkeit der Wellenbildung in sich zusammenbricht.

Dehnt man nun die kritische Betrachtung noch auf den Vergleich mit der Brandung aus, so bleiben die vier vorgenannten Einwendungen bestehen, auch die erste derselben; denn im Bereich der Küste spielen bei der Erzeugung der Wellen die vertikalen Bewegungen auch noch eine wichtige Rolle. Immerhin ist zuzugestehen, daß im Brandungsbereich der Wellen der Vergleich eben infolge der hervortretenden Horizontalbewegungen etwas an Berechtigung gewinnt. Dafür fällt aber die dritte Einwendung um so stärker gegen ihn ins Gewicht; denn die sich überschlagenden Wellen setzen zweifellos eine größere Beweglichkeit der Masse voraus wie breite flache Wellen. Für jene wäre eine momentane Erstarrung noch undenkbarer wie für diese.

Das Ergebnis der letzten Betrachtungen ist, daß nur die Wellenbilder als solche mit den Faltenbildern zu vergleichen sind. Entstehung und Bewegungsweise der Wellen und ihrer Brandung haben mit den entsprechenden Vorgängen bei der alpinen Faltenbildung nichts gemein.

Wenn in den vorangegangenen Betrachtungen ein fließend plastischer Zustand der Gesteinsmaterie bis zu solcher Tiefe als

Voraussetzung gemacht wurde, daß Wellenbildung und Brandung erfolgen konnten, so bleibt noch die physikalische Möglichkeit des Entstehens eines solchen Zustandes zu beweisen. Auch sie ist meines Erachtens in vieler Hinsicht anzuzweifeln. Hierauf näher einzugehen, würde jedoch zu weit führen. Es ließen sich mehrere Kapitel darüber schreiben.

Der Bogen der Westalpen ist unter allen tektonischen Einzelerscheinungen, die den Bau der Alpen auszeichnen, die großzügigste. Mit der Wirkungsweise des Schraubstocks läßt sie sich zwanglos in Einklang bringen; dies insbesondere, wenn man sich auf den Standpunkt der Kontraktionstheorie stellt, die naturgemäß nicht einseitige, sondern allseitige Zusammenschrumpfung der Erdrinde voraussetzt. Es muß also neben der meridian gerichteten auch eine äquatorial gerichtete Schrumpfung erfolgt sein. Der Gesamtzug der Alpen zwischen Donau und Mittelländischem Meer erweist sich sodann als die im Osten geradlinig, im Westen bogenförmig verlaufende Naht zwischen der indoafrikanischen und der europäisch-asiatischen Masse, längs der diese beiden unter allseitigem Druck aneinandergepreßt wurden, und zwar an jeder Stelle der Naht senkrecht zu derselben. Auf der Linie Chur—Bregenz wären also die Alpen in südnördlicher Richtung, auf der Linie Turin—Grenoble in ostwestlicher Richtung wie in einem Schraubstock eingespannt gewesen, südlich vom Monte Viso in nordost-südwestlicher.

Die Brandungshypothese läßt sich mit dem westlichen Alpenbogen begreiflicherweise noch schlechter in Einklang bringen als mit dem übrigen geradlinigen Teil der Alpen. Er erweist sich als eine weitere wichtige Erscheinung, die gegen sie spricht. Wie groß die Schwierigkeiten sind, die hier der Hypothese erwachsen, ersieht man deutlich aus Argand's Arbeit, der den Bogen zunächst durch schräge Brandung zu erklären versucht. Es soll die gegen Norden, bezw. Nordnordwesten ins Fließen gebrachte weiche Masse gegen das bogenförmig gekrümmte Uferstück Eurasiens schräg angeströmt sein, wobei sich die Wellen zum jeweiligen Bogenstück mehr oder weniger parallel einstellten. Da nun Argand nicht alle Erscheinungen des Bogens durch Fließbewegungen zu erklären vermag und er auch Kraftübertragung benötigt, so behilft er sich damit, daß er von der alpinen Geosynkline die gewölbeartigen Erhebungen frühzeitig erstarren läßt, während die mit Detritus sich beladenden Mulden noch weich bleiben. Wenn er nun zur Erklärung irgend einer Erscheinung mechanische Kraft benötigt, so glaubt er die sie übertragende starre Masse zu besitzen, wenn er Brandung benötigt, die weiche Masse. Er bedenkt aber nicht, daß, wenn die starren Rücken zwischen den weichen Mulden frei und isoliert schwimmen, sie in diesem frühen Stadium für eine Kraftübertragung noch nicht in Betracht kommen, während umgekehrt später, wenn zwischen den zusammengewachsenen erstarrten

Massen die weichen wie vereinzelte Seen liegen und nun Kraftübertragung möglich wäre, die Fließ- und Brandungsfähigkeit des Ganzen aufgehört hat.

Beide Vergleiche mit Schraubstock und Brandung werden, wie es Argand tut, **gleichzeitig** herangezogen, um den deckenförmigen Aufbau der Alpen zu erklären. Dies ist immer ein Unding. In einen Schraubstock kann man ein festes Trum, ein Stück Eisen, Stein oder Holz oder auch einen noch weicheren Gegenstand einspannen, aber keinen zu Wellenschlag und Brandung befähigten fließenden Brei. An der gleichzeitigen Anwendung beider Vergleiche sieht man, wie unklar die Vorstellung derer ist, die an die Deckentheorie glauben. Dies kommt davon, daß sie sich in eine Hypothese verbissen haben, die an Widersprüchen überreich ist. Einerseits erkennen sie ganz richtig, daß ohne Kontraktionstheorie nicht durchzukommen ist; deshalb wird der Schraubstock herangezogen. Andererseits geraten sie dadurch, daß sie die Gesamtbewegung und mit ihr auch die Kontraktion einseitig wirken lassen und folglich auch den Schraubstock einseitig ansetzen, an allen Ecken und Enden der Alpen mit ihrer Hypothese in Widerspruch. Nun wird in ganz unverständlicher Weise in den Schraubstock ein Brei gespannt; und da in letzterem Fließbewegungen nach allen Seiten möglich sind, kommt man aus dem Dilemma glänzend heraus: In den Westalpen wird der große Bogen durch Abfließen der Massen nach drei Himmelsrichtungen erklärt; am Nordrand der Alpen haben die Klippen eine Gleitfahrt nordwärts gegen das Vorland vollbracht; im Inneren der Alpen haben sich auch Teile unter Rückstau rückwärts bewegt. Daß sich mit einem solchen gefügigen Medium viel anstellen läßt, daß man mit ihm Falten, Decken und noch manches andere gießen und quetschen kann, liegt auf der Hand. Aber auch nur mit seiner Hilfe konnte die Deckentheorie über ein Chaos von Decken, wie man es sich nicht schlimmer erdenken kann, ihren unvergleichlichen Siegeszug halten.

Wie das alte Schulbeispiel des austrocknenden Apfels mit dem schrumpfenden Fleischkern und der sich auf ihm runzelnden Haut ein vorzüglicher Vergleich ist mit der sich abkühlenden Erde, ihrem ebenfalls schrumpfenden Kern und der sich über ihm in Falten legenden Rinde, so ist es auch der Schraubstock, der die dabei innerhalb der Erdrinde erfolgten tektonischen Vorgänge veranschaulicht. Diese sind Faltungen und kurze Schübe, die man in den Alpen auf Schritt und Tritt beobachtet. Decken haben bisher so wenig wie die Schraubstöcke auch die Alpen zu erzeugen vermocht. — Den Vergleich mit der Brandung wird man aber in Zukunft besser fallen lassen. —

Einem Vorwurf sehe ich schon jetzt mit Ruhe entgegen. Er wird von Anhängern der Deckentheorie erhoben und darin be-

stehen, daß ich die Erscheinungen der Wellenbildung und Brandung in zu streng physikalischer Weise zum Vergleich herangezogen hätte. Das mag stellenweise wohl der Fall sein; ich gebe es offen zu. Aber wenn Hypothesen zu bekämpfen sind, die mit den einfachsten Naturgesetzen in Widerspruch stehen, deren Verfechter nicht einmal das Parallelogrammgesetz der Kräfte anzuwenden wissen (vgl. Referat zu E. Argand, Sur l'arc etc.), und die sich deshalb unter Anwendung von Vergleichen in unklaren Redewendungen ergehen, muß zunächst einmal diesen Vergleichen auf den Grund gegangen werden. Dabei wird es nicht als Fehltritt zu bezeichnen sein, wenn man sich zu streng an diejenigen Gesetze hält, von denen die Vergleichsobjekte beherrscht werden. Mindestens ist dies besser, als wenn man es überhaupt nicht tut, denn sie, die ehernen Gesetze, aber nicht die mit den Objekten dehnbaren Vergleiche bilden eine feste Unterlage, auf der sich weiterforschen läßt.

Im Felde, Juni 1917.

Über die Einteilung der Familie Acidaspidae und über einige ihrer devonischen Vertreter. (Vorläufige Mitteilung.)

Von **Rud.** und **E. Richter,** im Felde und in Frankfurt a. M. (Juli 1917).

Mit 10 Textfiguren.

A. Über die Einteilung der Familie Acidaspidae.

Die zuletzt gegebene und gegenwärtig an Stelle früherer Versuche namentlich in Amerika geltende Einteilung und Namengebung der Acidaspiden ist diejenige von J. M. Clarke [1]. Sie gründet sich ausschließlich auf die Zahl und Gestalt der Nackenknoten oder Nackenstacheln. Von demselben Merkmal gehen auch wir aus, kommen aber bei erneuter Nachprüfung zu folgenden Ergebnissen:

1. Subgenus *Odontopleura* und Subgenus *Acidaspis* (unter Ausschluß von *A. Brighti*) sind zu vereinigen. Denn zwischen einem Mittelknötchen und einem langen, starken Mittelstachel bestehen bei nahe verwandten Formen alle Übergänge. (Auch der Name *Odontopleura* muß fallen, da gerade die Musterart *O. ovata* Emmr. zwei paarige Stacheln hat).

2. Subgenus *Ceratocephala* Warder, s. str. Clarke muß zum mindesten in die scharfgetrennten Subgenera *Miraspis* und *Ceratocephala* Warder (= *Trapelocera* Corda) zerlegt werden. Wir

---

[1] N. Y. State Museum, 44. Annual Report for 1890. Albany 1892.

spalten noch die näher an *Miraspis* stehenden Subgenera *Primaspis* und *Radiaspis* ab.

3. Die unter 2. genannten Subgenera müssen unter sich und mit *Dicranurus* und der als *Pseudomonaspis* aus 1. ausgeschiedenen *Brighti*-Gruppe zu einer verwandtschaftlichen Einheit innerhalb des Genus *Acidaspis* zusammengefaßt werden: Reihe der Miraspinae.

4. Das Genus bezeichnen wir nicht mit Clarke als *Ceratocephala* Warder, sondern auch weiterhin als *Acidaspis* (Murch.) Barr., mit der Begründung, daß der Begriff dieser Gattung erst von Barrande geschaffen worden ist. Dagegen erkennen wir die Forderung Clarke's an, wenn er *Trapelocera* Corda durch *Ceratocephala* Warder ersetzt. *Ceratocephala* Warder ist also für uns ein Subgenus von *Acidaspis*, ist gleichbedeutend mit *Trapelocera* Corda-Vogdes-Novák (und Barrande's Gruppe der *A. vesiculosa* Beyr.) und entspricht Clarke's Subgenus *Ceratocephala* s. str., wenn man sie auf jene Gruppe zurückführt und *Primaspis*, *Miraspis* und *Radiaspis* daraus entfernt.

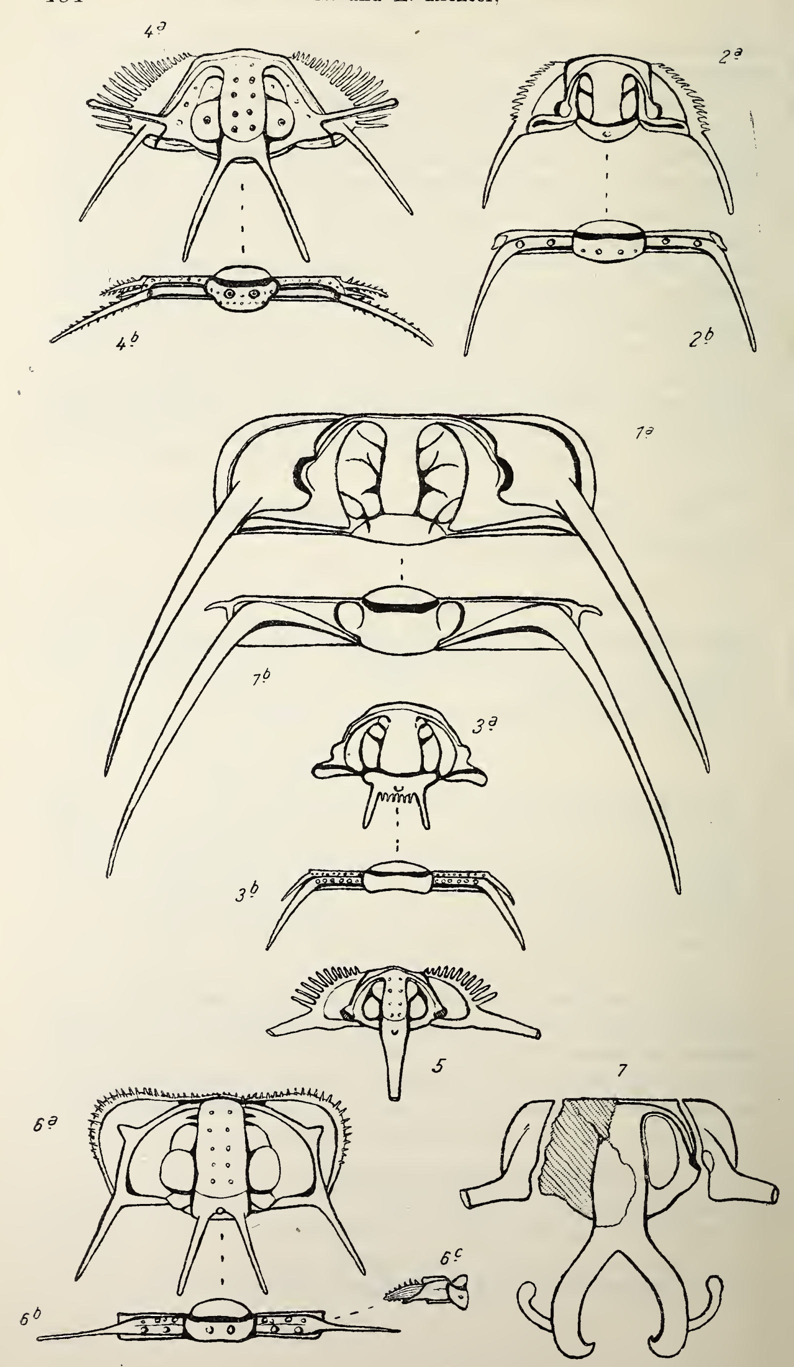
Diese Gesichtspunkte führen zu folgenden Änderungen in der Clarke'schen Systematik:

Clarke's Einteilung	Neue Einteilung	
Genus *Ceratocephala* Ward., emend. Clarke	Genus *Acidaspis* (Murch.) Barr.	
	Subgenera:	
a) *Odontopleura* Emmrich	*Leonaspis* nov.	
b) *Acidaspis* Murch., emend. Clarke	*Leonaspis* nov.	
	Pseudomonaspis nov.	Reihe der Miraspinae
	Primaspis nov.	Reihe der Miraspinae
c) *Ceratocephala* Ward., s. str. Cl.	*Miraspis* nov.	Reihe der Miraspinae
	Radiaspis nov.	Reihe der Miraspinae
	Ceratocephala Warder	Reihe der Miraspinae
d) *Dicranurus* Conrad	*Dicranurus* Conrad	Reihe der Miraspinae
e) *Selenopeltis* Corda	*Selenopeltis* Corda	
f) *Ancyropyge* Clarke	*Ancyropyge* Clarke	

Die neue Familiengliederung, die wir im nachstehenden kurz erläutern, scheint uns den Verwandtschaftsverhältnissen am besten gerecht zu werden. Es fallen nämlich bei solcher Grenzführung die aus dem Nackenbau abgeleiteten Einheiten gleichzeitig auch mit solchen zusammen, die sich bei einer Zugrundelegung der Gesichtsnaht und des Schienenbaues ergeben:

Familie Acidaspidae Barrande.

1. Genus *Glaphurus* Raymond 1905/10.
2. Genus *Acidaspis* (Murchison) Barrande 1852.
   1. Subgenus *Selenopeltis* Corda (Textfig. 1).
      Musterart: *A. (S.) Buchi* Barr.


4a
2a
4b
2b
7a
7b
3a
3b
5
7
6a
6c
6b

2. Subgenus *Leonaspis* nov. (Textfig. 2).

Nackenring glatt oder mit einem unpaaren Knötchen oder einem aus diesem hervorgehenden unpaaren Stachel versehen. Gesichtsnaht vor den Augen der Längsachse gleichlaufend, von der Augenleiste abspreizend. „Äußeres Wangendreieck" mithin ein ausgesprochenes Dreieck und ansehnlich. An den Rumpfgliedern fehlt eine vordere Schienenspitze oder ist wenig entwickelt. Musterart: *A. (L.) Leonhardi* Barr.

3.—8. Reihe der Miraspinae.

Gesichtsnaht der Glatze stark zugeneigt, der Augenleiste dicht folgend. „Äußeres Wangendreieck" mithin schmal, bandförmig, verschwindend. Nackenring oft angeschwollen; stets (außer *Pseudomonaspis*) mit zwei paarigen Stacheln, zwischen denen das unpaare *Leonaspis*-Knötchen auch noch gewöhnlich auftritt. Vordere Schienenspitze oft stark entwickelt.

Erklärung zu den Textfig. 1—7.

Die Untergattungen von *Acidaspis* (Murch.) Barr. durch böhmische Arten dargestellt.

Fig. 1. *Acidaspis (Selenopeltis) Buchi* Barr., Untersilur.
Nach Barrande, Syst. sil. Taf. 37 Fig. 25 und Taf. 36 Fig. 6.
a Kopfschild, $\frac{1}{1}$. b Rumpfglied, $\frac{1}{1}$.

„ 2. *Acidaspis (Leonaspis) Leonhardi* Barr., Obersilur.
Nach Barrande, Syst. sil. Taf. 37 Fig. 1 und 11.
a Kopfschild, $\frac{1}{1}$. b Rumpfglied, $\frac{2}{1}$.

„ 3. *Acidaspis (Primaspis) primordialis* Barr., Untersilur.
Nach Barrande, Syst. sil. Taf. 37 Fig. 15 und 16.
a Kopfschild, $\frac{3}{2}$. b Rumpfglied, $\frac{2}{1}$.

„ 4. *Acidaspis (Miraspis) mira* Barr., Obersilur.
Nach Barrande, Syst. sil. Taf. 39 Fig. 5, 7 und Taf. 6 Fig. 3.
a Kopfschild, $\frac{3}{2}$. b Rumpfglied, $\frac{2}{1}$.

„ 5. *Acidaspis (Pseudomonaspis) Grayi* Barr., Obersilur.
Nach Barrande, Syst. sil. Taf. 39 Fig. 20.
Kopfschild, $\frac{1}{1}$.

„ 6. *Acidaspis (Ceratocephala) Verneuili* Barr., Obersilur.
Nach Barrande, Syst. sil. Taf. 38 Fig. 5 und 6.
a Kopfschild, $\frac{5}{4}$. b Rumpfglied von oben, die wagerechte Spitze zeigend, $\frac{5}{4}$. c Rumpfglied von der Seite, wobei die andere, senkrecht nach unten gerichtete Spitze (gestrichelt) sichtbar wird, $\frac{5}{4}$.

„ 7. *Acidaspis (Dicranurus) monstrosa* Barr., Devon (G).
Nach Barrande, Syst. sil. Suppl. Taf. 11 Fig. 19
a Kopfschild, $\frac{1}{1}$.

3. Subgenus *Primaspis* nov. (Textfig. 3).
Primitive Untergattung des böhmischen Untersilurs. 10 Rumpfglieder[1]. Musterart: *A. (Pr.) primordialis* Barr.
4. Subgenus *Miraspis* nov. (Textfig. 4).
Typische Untergattung der Reihe. 9 Rumpfglieder[1]. Musterart: *A. (M.) mira* Barr.
5. Subgenus *Radiaspis* nov. (Textfig. 9—10).
Vergl. die folgende Beschreibung der Musterart *A. (R.) radiata* Goldfuss.
6. Subgenus *Pseudomonaspis* nov. (Textfig. 5).
Aberrante Untergattung, bei welcher aus der für die Reihe eigentümlichen Anschwellung des Nackenringes ein unpaarer Stachel hervorgeht, der von dem *Leonaspis*-Knötchen unabhängig ist. Musterart: *A. (Ps.) Brighti* Murch. (Dazu *A. [Ps.] Grayi* Barr. und *quinquespinosa* Salter-Lake.)
7. Subgenus *Ceratocephala* Warder (Textfig. 6 u. 8).
Eigenartig differenzierte Untergattung. Kopfschild nach vorn verbreitert, Augen weit nach vorn gerückt. 10 Rumpfglieder[1]. Musterart: *A. (C.) goniata* Warder.
8. Subgenus *Dicranurus* Conrad (Textfig. 7).
Die paarigen Nackenstacheln zu schraubig gebogenen Hörnern von besonderer Größe gesteigert. Musterart: *A. (D.) hamata* (Conrad) Hall.
9. Subgenus *Ancyropyge* Clarke.
Nur das Schwanzschild bekannt. Musterart: *A. (A.) Romingeri* Clarke.

B. Über einige devonische Acidaspiden.

1. *Acidaspis (Leonaspis) pigra* Barrande 1871.

Dank der liebenswürdigen Unterstützung und Auskunft von Herrn Prof. Bode in Clausthal konnten wir aus der Sammlung der dortigen Bergakademie eine Anzahl von Harzer Acidaspiden untersuchen und in Erfahrung bringen, was von den Urstücken der älteren Harzliteratur noch auffindbar ist. Auch Herr Dr. Dahmer-Höchst öffnete uns bereitwillig seine Privatsammlung[2].

---

[1] Die Zahl der Rumpfglieder ist noch nicht bei allen Arten bekannt. Sie scheint innerhalb der Untergattungen beständig zu sein, jedoch würden wir Abweichungen nicht allzu hoch bewerten.

[2] Ein bemerkenswertes Stück darin zeigt, daß in Begleitung von *A. (L.) pigra* am Schalker Teich im Oberharz *Thysanopeltis laciniata* Sandb. vorkommt. Diese Charakterform des Wissenbacher Schiefers bleibt dem gleichen Horizont also bis in den Harz hinein treu. — Ferner liegen Stücke in dieser Sammlung, die nunmehr den 1912 von uns vergeblich erstrebten Nachweis bringen, daß das für die Eifel und für Polen belegte Verbreitungsgebiet von *Basidechenella* auch den Harz einbegreift. Wie

Soweit das zurzeit erreichbare Material und die Ausführung der älteren Abbildungen urteilen lassen, müssen alle Acidaspiden, die unter dem Namen *A. glabrata* A. Roem., *A. horrida* A. Roem., *A. Hercyniae* Giebel, *A. Roemeri* Kayser und *A. pigra* (ausgenommen die Form des Iberger Kalkes *A. pigra* Harbort = *A. (L.) Harborti* Rud. Richter) aus dem Harz beschrieben worden sind, als *A. (L.) pigra* Barr. bezeichnet werden. Es scheint überhaupt, daß, abgesehen von den beiden Arten *A. (C.?) Selcana* und *A. (L.) Harborti*, noch kein *Acidaspis*-Rest im Harz aufgefunden worden ist, der von *A. (L.) pigra* mit einiger Sicherheit abgetrennt werden könnte.

Infolge dieser Gleichsetzung kommt Barrande's Artbezeichnung mit den älteren von A. Roemer und Giebel in Wettbewerb. Die Wiederherstellung dieser älteren Bezeichnungen verbietet sich aber durch ihre ungenügende Begründung und Abgrenzung, ihre mehrsinnige Benützung und den Verlust, bezw. den Zustand der Urstücke.

2. ***Acidaspis (Leonaspis)*** **ex aff.** ***Harborti*** **Rud. Richter 1909.**

Aus den Knollenkalken des Oberdevons von Oberscheld gewannen wir neuerdings eine Art (wohl die jüngste der Familie), welche Merkmale von *A. (L.) Harborti* besitzt, der eigenartigen Form des Harzer Iberger Kalkes. Hieraus kann sich ein neuer Anhalt für das in Frage gestellte oberdevonische Alter dieser Art und ihres Lagers ergeben.

3. ***Acidaspis (Ceratocephala?) Selcana*** **A. Roemer 1854.**

In dieser Art liegt nach den zurzeit allein erreichbaren Abbildungen ein Vertreter der Miraspinae vor, der einzige des Harzes. Die Lage der Augen läßt vermuten, daß vollständige Funde der Art einen Platz bei *Ceratocephala* anweisen werden. — Scheerenstieg, Harz.

4. ***Acidaspis (Ceratocephala?) Sandbergeri*** **n. sp.**
Textfig. 8.

Das Urstück der Brüder Sandberger (1850/56, Taf. II Fig. 5a und b) zu „*Odontopleura*, Fragmenta speciei incertae (? novae)“, das dank dem Entgegenkommen des Wiesbadener Naturhistorischen Museums vorliegt, ließ zu unserer Überraschung einige sehr bestimmte Züge erkennen, die der Untergattung *Ceratocephala* eigentümlich sind, so vor allem die Verbreiterung des Kopfschildes

---

erwartet, bezeichnet auch hier *Basidechenella* den älteren Abschnitt der Lebensdauer des Genus *Dechenella: D. (B.)* cf. *Kayseri* Rud. Richter entstammt den *Speciosus*-Schichten und *D. (B.)* sp. sogar schon den Rammelsberg-Schichten der Gegend der Schalker Teiche.

nach vorn. Es fehlt freilich eine hintere Augenleiste, und das Auge ist (großenteils aber durch Verdrückung) nach hinten verschoben.

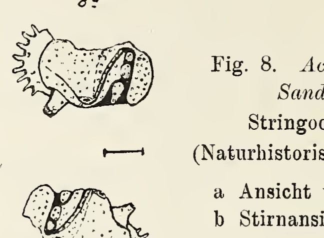


Fig. 8. *Acidaspis (Ceratocephala?) Sandbergeri* n. sp. $3\frac{1}{2}$.
Stringocephalenkalk, Villmar.
(Naturhistorisches Museum, Wiesbaden.)
a Ansicht von der Nackengegend her,
b Stirnansicht.

Das Auftauchen einer sich an *Ceratocephala* anschließenden Form im Villmarer Stringocephalenkalk (Nassau) ist bemerkenswert, da bisher als ihr letzter Vertreter *A. (C.) vesiculosa* Beyr. aus den Mnenianer, Greifensteiner und G_1-Kalken gelten mußte.

5. *Acidaspis (Radiaspis) radiata* Goldfuß 1843.
Textfig. 9—10.

Das absonderliche und schöne Schwanzschild, auf das diese Art begründet ist, wurde in den verschiedensten Gegenden Europas entdeckt, blieb aber fast überall eine Seltenheit ersten Ranges. Goldfuss beschrieb diesen Schwanz aus dem Mitteldevon der Eifel, Barrande aus dem Obersilur und dem Mnenianer Kalk von Böhmen, Whidborne *(A. pilata)* aus dem oberen Mitteldevon Englands und Beyer aus dem Stringocephalenkalk von Haina. Im Jahre 1909[1] beschäftigten wir uns damit und schlossen folgende Bemerkungen daran:

„Wie durch ein Verhängnis ist in allen fünf Gegenden die Art bisher nur als loses Pygidium bekannt geworden". [Von dem übrigen Panzer und namentlich vom Kopf war keine Vorstellung zu gewinnen. Denn auch Beyrich's (p. 23) und Barrande's Vermutung, mit der von Goldfuss als *dentata* beschriebenen Wange auf der Spur nach dem *radiata*-Kopf zu sein, ist irrig: *dentata* ist nichts anderes als die Wange von *A. (L.) elliptica*.] „Es ist aber folgendes zu bedenken. Als zweite englische Art ist bisher nur noch *A. Robertsii* Whidb. ermittelt worden, und zwar nur als loser Kopf. Und dieser stammt von derselben Fundstelle wie der lose Schwanz *A. pilata* = *radiata*. Ist schon dadurch die Wahrscheinlichkeit ihrer Zusammengehörig-

[1] Beitr. zur Kenntnis dev. Trilobiten aus dem Rhein. Schiefergeb. Diss. Marburg.

keit gegeben, so wird sie durch eine zweite Erwägung noch größer. Ein dem englischen ganz entsprechender Kopf findet sich nämlich in Böhmen. Die Unterschiede beider, die auch Whidborne als sehr gering zugeben muß, würden kaum als Spielartabweichungen zu bewerten sein. Und auch dieser Kopf, von Barrande *A. lacerata*

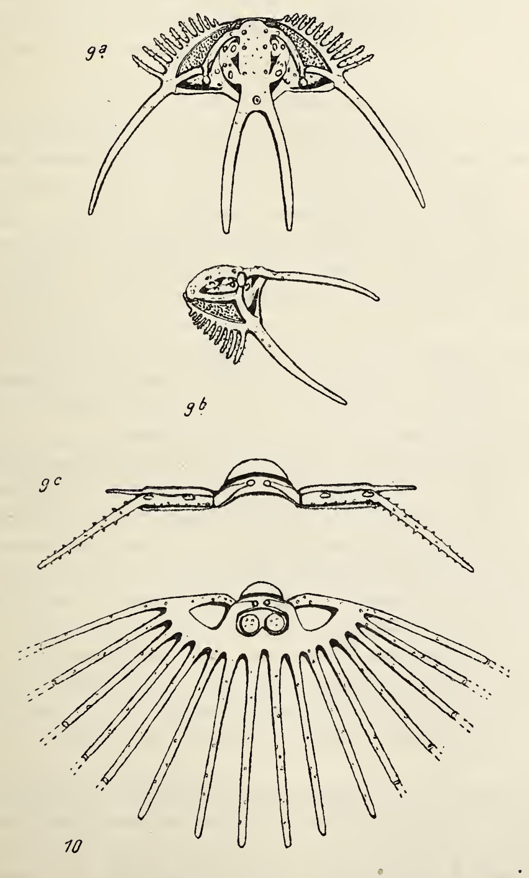


Fig. 9—10. *Acidaspis (Radiaspis) radiata* Goldf. Etwa $2\frac{1}{2}$.
Obere *Calceola*-Stufe, Gees bei Gerolstein.

Fig. 9. Stück No. 106c der Sammlung des Senckenbergischen Museums. Frankfurt a. M. (mit kleinen Ergänzungen nach anderen Stücken derselben Sammlung).
a Aufsicht und b Seitenansicht des Kopfes, c Rumpfglied.

„ 10. Schwanzschild, z. T. spiegelbildlich ergänzt, Gelenkschuppe und 1. Spindelring nach einem Bonner Stück eingetragen.
Senckenbergisches Museum (Sammlung Richter).

genannt, ist nur lose und ebenfalls zusammen mit *A. radiata* im Mnenianer Kalk gefunden worden. Überdies steht auch *A. lacerata* (Barrande: „nous ne connaissons aucune forme analogue") unter den Köpfen so allein da, wie *A. radiata* unter den Schwänzen.

Man darf deshalb vermuten, daß *A. lacerata* und *Robertsii* nur die Köpfe von *A. radiata (= pilata)* darstellen. Der Auffindung eines entsprechenden Kopfes in der Eifel muß deshalb mit Spannung entgegengesehen werden".

Diese Frage hat nun endlich ihre Lösung gefunden. Es gelang in der Tat, einen unserer Vorstellung entsprechenden Kopf in der Begleitung der Eifler *radiata*-Schwänze festzustellen, und schließlich konnten vollständige, prächtige Panzer dieses so lange rätselhaft gebliebenen Trilobiten gewonnen werden, die den Zusammenhang von jenen Köpfen und Schwänzen beweisen. Diese Funde bestätigen unsere Erwartungen vollkommen: Der Kopf zeigt vom Gesamtplan bis zu den Einzelheiten des Schalenschmuckes den Bau, den wir aus obigen Schlüssen abgeleitet und vorausgesagt haben.

Einer späteren, durch Tiefensichten und Einzelfiguren unterstützten Beschreibung schicken wir hier einige kurze Bemerkungen und die Strichzeichnungen Fig. 9—10 voraus.

Was das Kopfschild anlangt, so können Barrande's Ausführungen über *A. lacerata* fast Wort für Wort auf die Eifler *A. (R.) radiata* angewendet werden, wenn man nur folgende Abweichungen beachtet: Bei *radiata* verbreitert sich das Innere Dreieck der Festen Wange nach hinten keulenförmig und trägt zwei nebeneinanderliegende Knötchen — die Wangenhörner sind nach hinten gerichtet und einwärts gekrümmt —, eine starke Leiste läuft vom Auge diagonal über die Wange bis an die Wurzel des Wangenhornes und dämmt zwischen sich und dem hinteren Saumwulst ein ansehnliches Feld der Festen Wange ein — die Schale ist gekörnelt. Nackenhorn und Auge sind bei *lacerata* noch nicht vollständig bekannt.

Der Rumpf hat 9 Glieder mit doppeltem Schienenstachel und eigenartigem Spindelschmuck. Für den Schwanz gilt unsere Beschreibung von 1909.

Mit der Auffindung dieses Kopfes und dem Nachweis seiner Zugehörigkeit zu dem Eifler *radiata*-Schwanz bestätigt sich auch unser Schluß, daß *A. lacerata* als Kopf zu dem böhmischen Schwanze gehört, den Barrande als *radiata* bestimmt und beschrieben hat, und ebenso, daß *A. Robertsii* der Kopf von *A. pilata* ist, mit welcher Möglichkeit ja auch Whidborne schon rechnen mußte.

Nicht ganz so sicher ist es, ob die böhmische Form nun als *A. lacerata* Barr. und die englische als *A. Robertsii* Whidb. neben

dem Eifler Typus *A. radiata* Goldf. selbständig weiterbestehen dürfen. Bei ihrem räumlichen und zeitlichen Abstande wäre dies zu erwarten, aber erst die Untersuchung der Urstücke kann darüber entscheiden. Jedenfalls sind die Unterschiede, die Whidborne für seine Form gegenüber der Eifler geltend macht, unerheblich, obwohl sie im Vergleich mit den ihm bekannten Abbildungen durchaus vorhanden sind. Das mahnt auch zu vorsichtiger Bewertung jener Unterschiede, die wir zwischen der Eifler und der böhmischen Form nach Barrande's Text und Abbildungen oben aufgezählt haben.

Um so augenfälliger wird die enge Zusammengehörigkeit dieser radiaten Acidaspiden und ihre Übereinstimmung in allen Zügen des Panzerbaues bis hinab zu den beiden Knötchenreihen der Glatze. Wir bezeichnen diesen scharf umrissenen Formenkreis als *Radiaspis* nov. subgen. *Radiaspis* gehört in die Reihe der Miraspinae und ist gekennzeichnet durch den Besitz eines mit einer hinteren Augenleiste versehenen *Miraspis*-Kopfes und einen Schwanz, der 16 gleichwertige Stacheln trägt und seinen zweiten Spindelring in zwei Halbkugeln auflöst.

Vorkommen und Lebensweise: Die zusammenhängenden Panzer entstammen sämtlich den oberen *Calceola*-Mergeln von Gees, die uns in Gestalt von *Acidaspis (Leonaspis) elliptica* und *aries*, *Lichas (Ceratarges) armatus* und *L. (Eifliarges) caudimirus*, *Cyphaspis ceratophthalmus* und *hydrocephala*, *Tropidocoryphe Barroisi* und *Thysanopeltis acanthopeltis* eine Trilobitengesellschaft von böhmischem Gepräge geliefert haben. Alle diese Trilobiten streben ausgesprochen nach Verbreiterung ihrer Körperoberfläche, *Tropidocoryphe* durch dünnplattige Ausbreitung von Kopf und Schwanz, die übrigen durch absonderliche Stachelbildungen. Auch die begleitenden Arten der im allgemeinen die sandig-schieferige Fazies bevorzugenden Gattung *Cryphaeus*, *Cr. stellifer* und *punctatus*, übertreffen die meisten ihrer sonstigen Gattungsgenossen an Länge und Spreizung von Schwanz- und Kopfanhängen und schließen sich dadurch der Tracht der Geeser Vergesellschaftung an.

Wir haben uns früher dagegen gewehrt, in dem verbreiterten Trilobiten-Schwanz ein bewegendes Ruder zu erblicken und in den Stacheln Mittel zum Aufhängen an den durchbrochenen Meniskus. Wir betonten, daß Stacheln gerade umgekehrt einem solchen Durchbrechen des Wasserspiegels entgegenwirken müssen, ohne jedoch nun wieder unsererseits in dem Schutzbedürfnis gegen ein unfreiwilliges Emportauchen die formbestimmende Ursache der Trilobitenstacheln zu sehen. Größere Trilobiten werden ihrer nicht bedurft haben, und gerade die *Protaspis*-Larve, die dem Emporschleudern aus dem Meere am meisten ausgesetzt war (falls sie sich nicht, wie deshalb wahrscheinlich, überhaupt von der Oberfläche entfernt hielt), zeigt eine geringere Bestachelung als die Erwachsenen.

Dagegen haben wir wiederholt hervorgehoben, daß solche Körperauswüchse als Schwebeeinrichtungen das beinrudernde Schwimmen innerhalb des Wassers erleichtern mußten, und vermutlich machten *Acidaspis* und *Lichas* ausgiebig davon Gebrauch. Im Gegensatz aber zu diesen beiden Gattungen werden *Cryphaeus* und *Cyphaspis* auch bei Gees so häufig eingerollt gefunden, daß man annehmen möchte, sie hätten sich, so sehr der hohe Formwiderstand ihre „rudernde" Bewegung begünstigte, dabei doch weniger hoch und weniger lange vom Boden entfernt. Es drängt sich die Vorstellung auf, daß sie bei jeder Beunruhigung ruckartig zusammenklappten und sich auf den weichen Schlammgrund niedersinken ließen.

Dabei haben die Stacheln augenscheinlich auch die Rolle eines Schutzmittels gespielt und die Wirkung des doch selbst als Schutz bestimmten Panzers erhöht. Wir werden demnächst auf einige Cassiden-Larven hinweisen, welche geradezu die Tracht von *Miraspis* mit ihren gefiederten Stacheln wiederholen, obwohl sie an der Luft leben; ihr übriges Verhalten (Maskierung durch Kot und Exuvien) läßt die Erklärung für ihre Körperform nur im Schutzbedürfnis suchen. Der Hinweis auf die Möglichkeit solcher „Scheinkonvergenzen" der äußeren Form bei ganz verschiedener Lebensweise soll zur Vorsicht bei der Deutung der Arthropodenanhänge mahnen, soll jedoch nicht dazu führen, sie als biologisch besaglos abzutun und auf Erklärungsversuche zu verzichten.

Personalia.

Ernannt: a. o. Prof. Dr. R. Wedekind zum ord. Professor der Geologie und Paläontologie und zum Direktor des geolog.-paläontol. Instituts in Marburg a. L., Hessen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Xanthosiderit von Schendlegg.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Bildung von braunem Glaskopf.

Von **H. Leitmeier** und **M. Goldschlag**.

Mit 1 Textfigur.

Am Fuße der Raxalpe in Niederösterreich, in der Nähe der steirischen Grenze, befindet sich eine Reihe von Eisenerzlagerstätten, von denen einige zu Bergbaubetrieben geführt haben. Sie sind übersichtlich zusammengestellt in einer Studie von K. A. Redlich [1].

Die wichtigsten Erze und Mineralvorkommen dieser Lagerstätten haben V. v. Zepharovich [2] in seinem Lexikon der Minerale Österreichs und A. Sigmund [3] beschrieben. Es sind Sideritlagerstätten, die mehr oder weniger Kupferkies führen.

Bei einem Besuche einer dieser Lagerstätten, der von Schendlegg bei Peyerbach—Reichenau, wurde in den Stollen die Neubildung eines Eisenhydroxydes beobachtet. An mehreren Stellen der Stollen bildeten sich an abgeschrägten Wänden, die von Grubenwässern überrieselt wurden, rotbraune, schmierige Absätze kolloider Natur. Limonit wurde von dieser Lagerstätte auch von Zepharovich und Sigmund angeführt.

Es konnten einige dieser eben zum Absatze gelangten Bildungen, die noch nicht verfestigt waren, zur näheren Untersuchung entnommen werden.

Das Hydroxyd wurde nun ca. 4 Wochen in der trockenen Laboratoriumsluft bei Zimmertemperatur liegen gelassen und nun erst untersucht.

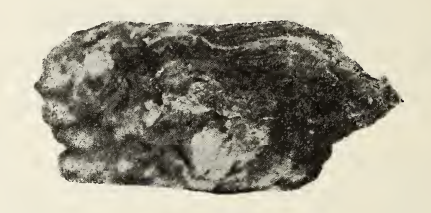
Im trockenen Zustand bildete das Mineral, wie die umstehende Figur zeigt, Rinden von konzentrisch-schaliger Struktur über dem Gesteine. Die Farbe war braun; die Oberflächenbeschaffenheit war stellenweise etwas ockerig. Nirgends zeigte sich metallischer Glanz. Der Strich war von gelbbrauner Farbe.

[1] K. A. Redlich, Bergbaue Steiermarks. VIII: Der Eisensteinbergbau der Umgebung von Peyerbach—Reichenau (Niederösterreich).

[2] V. v. Zepharovich — F. Becke, Mineralog. Lexikon für das Kaisertum Österreich. I—III.

[3] A. Sigmund, Verzeichnis der Min. Niederösterreichs. Wien 1902.

Das Mineral war in verdünnter Salzsäure beim Erhitzen leicht löslich und hinterließ keinen merklichen Rückstand. Durch qualitative Untersuchung konnte nur Eisen als einziges Metall gefunden werden. Eine Probe auf Kupfer verlief negativ. Bei der Bildung dieses Eisenhydroxydes war Kupfer entweder nicht in der Lösung oder es wurde bei der Koagulation bezw. Ausfällung nicht mitgefällt oder mitgerissen.



Die Bestimmung des Wassergehaltes ergab:

$$19{,}70\ \%\ H_2O \qquad (I)$$
$$(80{,}30\ \text{„}\ Fe_2O_3)$$

Von dieser Wassermenge entwichen bei 100° 8,16 %; bei dieser Temperatur hat unser Mineral daher die Zusammensetzung:

$$12{,}62\ \%\ H_2O$$
$$(87{,}38\ \text{„}\ Fe_2O_3)$$

Über H_2SO_4 entwichen 3,93 % H_2O. Über Schwefelsäure getrocknet hatte das Eisenhydroxyd die Zusammensetzung:

$$16{,}41\ \%\ H_2O$$
$$(83{,}59\ \text{„}\ Fe_2O_3)$$

In den Zahlen der Analyse I verhält sich $H_2O : Fe_2O_3 = 1{,}093 : 0{,}503$, also nahezu 2 : 1. Das Eisenhydroxyd von Schendlegg entspricht daher der Formel:

$$Fe_2O_3 . 2H_2O.$$

Es liegt also ein Hydroxyd vor, das mit dem Namen Xanthosiderit bezeichnet wurde.

Die Berechnung des bei 100° und des über Schwefelsäure getrockneten Minerales führten zu keinen stöchiometrischen Verhältnissen. Es läßt sich somit über die Art der Wasserbindung, wie gewöhnlich bei Limonitmineralien, nichts aussagen.

Die Untersuchung u. d. M. ergab in dünnen Blättchen braungelbe amorphe Massen unbestimmter Umrißformen, die auch bei starker Vergrößerung keine Kornstruktur zeigten.

Nach zwei Jahren wurde diese Eisenhydroxydbildung abermals untersucht. Die quantitative Analyse ergab:

80,02 % Fe_2O_3 (II)
19,11 „ H_2O
0,47 „ SiO_2
99,60

Diese Analyse zeigt, daß sich das Mineral in chemischer Hinsicht nicht merklich verändert hat; der Wassergehalt ist der gleiche geblieben.

Anders verhielten sich die physikalischen Eigenschaften. Der größte Teil des Minerales war dunkelbraun (schwarzbraun) gefärbt und oberflächlich metallisch glänzend geworden. Der Strich, der früher gelbbraun gefärbt war, war nun dunkelbraun, dem des kristallisierten Limonit (Glaskopf) entsprechend. U. d. M. zeigte sich der weitaus größte Teil des Minerales schwarzbraun bis dunkelbraun, nur in sehr feinen Blättchen durchscheinend; sie besaßen aber deutlich körnige Struktur. Das Mineral war kristallin geworden.

Daneben waren aber ab und zu noch kleine Partien lichten braunen durchscheinenden Hydroxyds, das noch amorph war, wenn auch dunkler gefärbt als die gesamte amorphe Masse vor zwei Jahren. Auch waren die einzelnen Schichten viel spröder und härter als früher.

Nach Untersuchungen von C. Doelter[1] hat der künstliche — z. B. aus Ferrosulfat und Kalilauge erhaltene — Eisenhydroxyd-Niederschlag starke Tendenz, in den kristallisierten Zustand überzugehen. Nach 88 Tagen wurde ein derartiger, auf der Schüttelmaschine behandelter Niederschlag kristallin; es hatte sich ein Gemenge von vorwiegend Goethit mit etwas Eisenglanz und scheinbar noch amorphe Substanz gebildet.

Wenn man nach C. Doelter gelatinösen Eisenoxydhydrat-Niederschlag auf dem Wasserbade einige Tage erwärmt, erhält man schwarze Kristalle von $Fe_2O_3 . H_2O$ — also Goethit. Nach Untersuchungen von Doelter's Schüler D. Marinković[2] tritt bei anhaltendem Erhitzen auch vollständige Wasserentziehung ein, und es bildet sich das reine Oxyd, also Hämatit.

Von den in der Natur auftretenden festen Eisenhydroxyden ist, soweit bis jetzt bekannt, der Xanthosiderit das wasserreichste Hydrat. F. Cornu und H. Leitmeier[3] haben folgende Dehydrationsreihe in der Eisenhydroxydgruppe aufgestellt:

---

[1] C. Doelter, Über die Umwandlung amorpher Körper in kristallinische. Zeitschr. f. Chem. u. Industr. d. Kolloide. 7. 29. 1910.

[2] Unveröffentlicht; zitiert nach C. Doelter, l. c.

[3] F. Cornu und H. Leitmeier, Über analoge Beziehungen zwischen den Mineralien der Opal-, Chalcedon-, der Stilpnosiderit-, Hämatit- und Psilomelanreihe. Zeitschr. f. Chem. u. Ind. d. Kolloide. 4. 285. 1909.

Als Limonit zusammengefaßt: Stilpnosiderit	$3 Fe_2O_3 + n H_2O$	amorph,
Xanthosiderit	$Fe_2O_3 + 2 H_2O$	Grenzphase,
Brauner Glaskopf	$3 Fe_2O_3 + 2 H_2O$	kristallisiert,
Hydrohämatit	$Fe_2O_3 + H_2O$	(dem Goethit entsprechend)
Roter Glaskopf	Fe_2O_3	faserige Ausbildung des Hämatites.

Die Grenzphase amorph-kristallin stellt der Xanthosiderit, der Belonites inferior A. Breithaupt's, dar; er entspricht in der ähnlichen Reihe der Kieselsäuremineralien dem Kacholong; wie es einen Kacholongopal gibt, der amorph ist und die Eigenschaften des Opales besitzt, und einen Chalcedon-Kacholong, der die Eigenschaften des Chalcedons[1] besitzt, so gibt es einen amorphen Xanthosiderit, der dem Stilpnosiderit nahesteht, und einen kristallinen, der dem Glaskopf nahesteht. Nur sind die Verhältnisse insoferne verschieden, als der braune Glaskopf ein Hydrat ist, der Chalcedon aber nur adsorptiv gebundenes Wasser enthält. Auch befindet sich in der Eisenhydroxydreihe noch ein kristallines Hydrat, der Goethit, dessen Stellung erst näher erforscht werden muß, dem aber ebenfalls ein Gel entspricht: die Pseudomorphosen Limonit nach Pyrit. Es gibt sonach also Stilpnosiderite, die die Zusammensetzung des Goethits haben.

Das vorliegende Eisenhydroxyd entspricht der Grenzphase in dieser Reihe, dem Xanthosiderit. In der Lagerstätte von Schendlegg hat sich aus kolloiden Eisenlösungen das Hydroxyd koaguliert oder ist in Form kolloider Niederschläge ausgeschieden worden und hat an dem Gestein Überzüge gebildet. Diese Überzüge waren, als sie aus der Grube genommen wurden, noch nicht vollständig fest, stellten damals Eisenhydroxyd dar, das noch reichlich Wasser adsorbiert hatte. Entsprechend der Dampftension der Umgebung stellte sich dann ein kolloides Stadium ein, das aber schon einem Hydrat entsprach, und zwar dem Xanthosiderit; dies zeigt die erste Analyse (I), die nach mehrwöchigem Stehen an Zimmerluft ausgeführt worden war. U. d. M. erwies sich damals das Mineral als in dünnen Blättchen braungelb gefärbt und war amorph.

Nach 2jährigem Liegenlassen im Zimmer bei gleichbleibender Zimmertemperatur hatte sich der Wassergehalt nicht geändert, aber das Mineral hatte deutlich kristallinische Struktur angenommen. Es hatte das Mineral somit während dieser Zeit die Grenzphase überschritten und war in Richtung auf braunen Glaskopf hin verändert worden.

Wenn der Name brauner Glaskopf gebraucht wird, so wird damit der faserige, stets kristallisierte Limonit gemeint, der diesen

[1] H. Leitmeier, Beiträge zur Kenntnis des Verhältnisses von Opal, Chalcedon und Quarz. Dies. Centralbl. 1908. 632.

Namen gewöhnlich nur dann trägt, wenn er in größerer kompakter Masse auftritt. Es soll damit eben nur der Gegensatz zum nichtkristallinen Limonit, dem Stilpnosiderit, hervorgehoben werden, ebenso wie der Name roter Glaskopf für den faserigen Hämatit gebraucht wird. Der Xanthosiderit von Schendlegg ähnelt auch äußerlich, wie das vorstehende Bild zeigt, dem braunen Glaskopf, nur fehlt noch die radialfaserige Struktur. In der allmählichen Entwicklung vom Stilpnosiderit zum braunen Glaskopf, oder vom amorphen Xanthosiderit zum braunen Glaskopf, scheint die Bildung der letzten Stufe aus dem bereits kristallisierten Hydrat die meiste Zeit zu beanspruchen.

Die vorstehende Dehydrationsreihe soll aber nicht so gedeutet werden, daß sich stets der braune Glaskopf aus dem Stilpnosiderit nur über den Xanthosiderit bildet. Gleichwie sich der Chalcedon auch direkt aus dem Opal bildet, entsteht auch aus Stilpnosiderit direkt der braune Glaskopf; der letztere Weg scheint sogar der weit häufigere zu sein und Xanthosideritvorkommen scheinen recht selten zu sein; wenigstens haben wir in der Literatur sehr wenig Vorkommen angeführt. Allerdings ist es sehr leicht möglich, daß Xanthosiderite mit Limoniten verwechselt wurden, eine Verwechslung, die bei der großen Ähnlichkeit in den äußeren Erscheinungsformen dieser beiden Eisenhydroxydmineralien sehr leicht erklärlich scheint.

Mineralogisches Institut der Universität Wien.

Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländ.-Ostindien.

Von **H. A. Brouwer** in Delft.

Mit 1 Textfigur.

II. Die Granitkontakte bei Pamusian am Flusse Sinamar (Westküste von Sumatra).

Geologisches.

In der Nähe des Ortes Pamusian am linken Ufer des Flusses Sinamar (linker Nebenfluß des Kwantan oder Fluß von Indragiri) sind an beiden Uferwänden Kontakte von Graniten mit verschiedenen sedimentären Gesteinen deutlich sichtbar. Der Ort Pamusian kann auf verschiedenen Fußpfaden von der Straße Pajacombo-Bua, z. B. vom Orte Halaban aus, erreicht werden. Man passiert den Sinamar-Fluß über eine sehr primitive schaukelnde Rottangbrücke; sehr nahe stromab von dieser Brücke können an der linken Uferwand Kontakte von Granit mit kalkreichen und kieselreichen Gesteinen bei nicht zu hohem Wasserstande sehr gut studiert werden, während besonders an der rechten Uferwand im Kontakt mit den Graniten

dunkle Hornfelse vorkommen, die in der Nähe der Granite durch einen Feldspatgehalt gekennzeichnet sind. Nur die letztgenannten Hornfelse wurden schon von Verbeek [1] erwähnt.

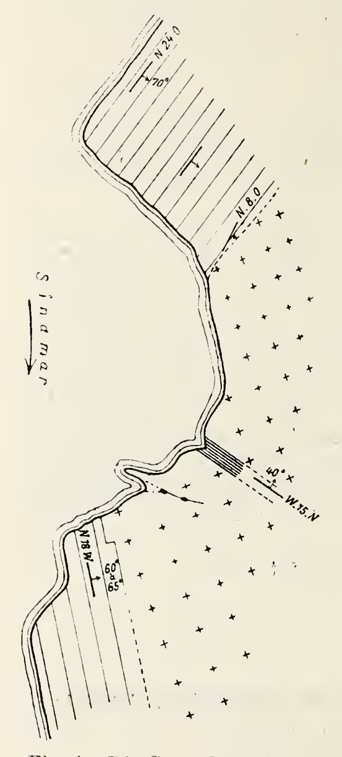


Fig. 1. Die Granitkontakte an der linken Uferwand des Sinamar (1:800). Oben mit NNO-Streichen die zum Teil verkieselten mergeligen Gesteine, unten mit NNW-Streichen die Hornfelse. In der Mitte der Figur sieht man Schollen von Hornfels in Granit.

An der linken Uferwand des Sinamar ist stromab und ganz in der Nähe der Rottangbrücke bei normalem Wasserstand ein Schichtenkomplex mit nord-nordöstlichem Streichen und einem Einfallen von etwa 70° nach OSO sichtbar, in dem die härteren Schichten weggewaschen sind. Sie sehen zum Teil aus wie verkieselte mergelige Gesteine; mikroskopisch erkennt man neben Calcit oft auch sehr viel Quarz und Epidot. Durch das Vorkommen von hellgefärbten, runden oder ellipsförmigen Durchschnitten sehen diese Gesteine den permischen Crinoidenkalksteinen und -mergeln von Timor oft sehr ähnlich.

Etwas weiter stromab sind hellgefärbte Kalksteine mit Granat und Vesuvian in direktem Kontakt mit Graniten sichtbar; auch Hornfelse kommen ganz in der Nähe vor; noch weiter stromab bilden Granite die linke Uferwand, und in diesen Graniten sind an einzelnen Stellen Schollen von zu Hornfels umgewandelten Gesteinen eingeschlossen. Einige Meter weiter stromab kommen die Granite in direktem Kontakt mit metamorphen kieseligen Sedimenten mit Streichen N 18 W und Fallen 60° ONO vor. Die metamorphen Gesteine haben ein gestreiftes Aussehen, indem heller und dunkler gefärbte Bänder von verschiedener Farbe miteinander wechseln, sie sind makroskopisch dicht bis feinkristallin; dunkel gefärbte, feinkristalline biotitreiche Hornfelse kommen gleichfalls vor.

Weiter stromab von diesen Gesteinen, die beim am weitesten stromauf gelegenen Hause des Ortes Pamusian vorkommen, wurden

[1] R. D. M. Verbeek, Topographische en Geologische Beschryving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Blz. 160, 179. Batavia 1883.

auch noch an einzelnen Stellen Granit und metamorphe kieselige Gesteine (mit Streichen N 18 O, Fallen 38° OSO) als feste Gesteine beobachtet, während bei der ersten Biegung des Flusses nach rechts Granit in Felsen aus dem Wasser hervorragt und an der linken Uferwand, ganz in der Nähe, weiße grobkristalline Kalksteine wahrgenommen wurden. Diese Granite sind mehr oder weniger verwittert und enthalten harte unverwitterte Kugeln, ein Kennzeichen, das diese Gesteine oft auch an anderen Stellen im Padangschen Hochlande zeigen.

Am rechten Ufer des Sinamar bildet Granit bei der Rottangbrücke eine steile Wand. Weiter stromab liegen zahllose große abgestürzte Blöcke von dunklem feinkristallinem Hornfels umher; einige Blöcke bestehen zum Teil aus Granit, auch unregelmäßig verlaufende Granitapophysen kommen in den Hornfelsen vor. An einigen Stellen wurden die Granite und Hornfelse auch anstehend am rechten Ufer wahrgenommen. Die Hornfelse sind hier gekennzeichnet durch ihren Feldspatgehalt in der Nähe der Granite. Feldspathornfelse wurden schon früher von mir am Kontakt der Rokangranite[1] beschrieben, aber der Charakter der Metamorphose bei Pamusian, wo Granit und dunkler Hornfels scharf voneinander geschieden vorkommen, ist anderer Art, wie hierunter näher erläutert werden soll.

Hierunter werden nacheinander beschrieben werden:

1. Die Granite.
2. Die zum Teil verkieselten mergeligen Gesteine (in der Nähe der Rottangbrücke).
3. Die metamorphen Kalksteine.
4. Die Hornfelse.

Die Granite.

Die an verschiedenen Stellen gesammelten granitischen Gesteine sind einander makroskopisch sehr ähnlich. Es sind mittelkörnige Gesteine, zum Teil mit rötlichen Feldspaten, die oft Biotit als einzigen oder vorherrschenden dunklen Gemengteil enthalten. In anderen Gesteinen bestehen die dunklen Mineralien hauptsächlich aus Amphibol. In einigen Gesteinen wurde mikroskopisch ziemlich viel Orthit wahrgenommen.

Die Granite an der rechten Uferwand, die zum Teil am Kontakt mit den feldspathaltigen Hornfelsen gesammelt wurden, sind aus den folgenden Mineralien zusammengesetzt: Mikroklin, Orthoklas, saurer Plagioklas, Quarz, Biotit, Apatit, Zirkon und Eisenerz; Amphibol, Orthit und Pistazit wurden nur in einem Teil, nicht in allen untersuchten Gesteinen wahrgenommen. Muscovit

[1] H. A. Brouwer, Über einen Granitkontakthof in Mittel-Sumatra. Geol. Rundschau. Bd. V. Blz. 551. 1915.

kommt spärlich neben Biotit vor in den Granitapophysen in den angrenzenden Hornfelsen.

Die Gesteine gehören also zum Teil zu den Granititen, zum Teil zu den Amphibolgranititen.

Der Mikroklin zeigt häufig die bekannte Gitterstruktur, es ist aber hervorzuheben, daß diese Struktur oft nur unvollkommen ausgebildet ist. Oft zeigen die Kristalle nur zum Teil die Zwillingsbildung nach zwei Systemen, zum Teil ist gar keine Zwillingsbildung entwickelt, oder ein System von Lamellen herrscht besonders vor. Die nicht verzwillingten Teile sind von dem neben Mikroklin auftretenden Orthoklase nicht zu unterscheiden. Eine perthitische Verwachsung von Mikroklin und Orthoklas mit Albit kommt häufig vor. Der Albit ist in den perthitischen Verwachsungen sehr untergeordnet, und manchmal ist keine polysynthetische Zwillingsbildung in dem Albit der Perthite sichtbar.

Die Plagioklase zeigen fast immer sehr geringe Auslöschungsschiefe und sehr schmale polysynthetische Zwillingslamellen, zum allergrößten Teil sind sie wohl nicht basischer wie Oligoklas. Sie sind oft gekennzeichnet durch eine anfangende Sericitisierung, die dem Kalifeldspat meistens ganz fehlt. Ein schwach zonarer Bau kommt vor.

Der Quarz kommt in den meisten Gesteinen nur in gesonderten Kristallen zwischen den Feldspaten vor, in den Apophysen des Granits in den angrenzenden Hornfelsen sind aber granophyrische Verwachsungen häufig.

In den Gesteinen aus der Nähe des Kontaktes mit den Hornfelsen, die von mir untersucht wurden, wurde nur Biotit als dunkler Bestandteil wahrgenommen, die Kristalle sind meistens ganz frisch und stark pleochroitisch von dunkelbraun bis hellgelb. In anderen Gesteinen ist der Biotit zum Teil in Chlorit umgewandelt, und in einem Gestein, das in einer Entfernung von $2\frac{1}{2}$ m vom Kontakt mit den Hornfelsen gesammelt wurde, kommt neben Chlorit als Umwandlungsprodukt auch etwas mikroskopisch farbloser und stark doppelbrechender Epidot vor. Daß Biotit und Feldspat zum Teil gleichzeitig kristallisierten, beweist eine Art granophyrische Verwachsung der beiden Mineralien, wo isolierte, gleichzeitig auslöschende Fragmente eines Biotitkristalls ganz von einem Kristall von Mikroklinmikroperthit umschlossen sind.

Der Amphibol findet sich neben Biotit in anstehenden Gesteinen an der rechten Uferwand, etwas stromab von den vorigen. Seine Farbe ist grün, Zwillinge nach (100) kommen vor, Auslöschungsschiefen bis 21^0 wurden wahrgenommen.

Der Orthit kommt in den Amphibolgranititen vor, die Kristalle sind oft schön idiomorph ausgebildet und prismatisch gestreckt nach der vertikalen Achse. Zwillinge nach (100) kommen vor. Eine deutliche Spaltung wurde nicht wahrgenommen, die Kristalle

zeigen oft einen deutlichen zonaren Bau mit abwechselnden dunkler und heller braun oder rotbraun gefärbten Zonen. Die Doppelbrechung ist ziemlich schwach, die Achse der größten Elastizität liegt der kristallographischen c-Achse am nächsten, Auslöschungsschiefen bis 35° wurden gemessen, und eine zonar wechselnde Auslöschung mit geringem Unterschied der Auslöschungsschiefen wurde beobachtet. Die Kristalle sind pleochroitisch in dunkelbraunen und hellgelbbraunen Farben. Der Orthit ist oft mit Biotit verwachsen.

Der Zirkon bildet mikroskopisch farblose, oft schön idiomorph ausgebildete Kriställchen und wird, wie der Apatit und das Eisenerz, oft vom Biotit umschlossen.

Wo diese granitischen Gesteine in Berührung mit Hornfels vorkommen, zeigen sie am direkten Kontakt keine nennenswerten Änderungen der Struktur oder mineralogischen Zusammensetzung. Örtlich wurde ein etwas feineres Korn und eine Anreicherung an Quarz am direkten Kontakt wahrgenommen, aber auch dann verläuft die Grenze zwischen beiden Gesteinsarten sehr scharf.

Die Granite an der linken Uferwand wurden von verschiedenen Stellen mikroskopisch untersucht. Einen abweichenden Charakter besitzen hier die Gesteine nahe dem Kontakt mit den granat- und vesuvianhaltigen metamorphen Kalksteinen, denn in diesen Graniten ist Amphibol fast der alleinige dunkle Bestandteil. Die übrigen Gesteine stimmen mit denen der rechten Uferwand überein. In der Nähe der weißen grobkristallinen Kalksteine, stromab von dem Orte Pamusian an der ersten Biegung des Flusses nach rechts, enthalten die Granite — auch die der harten Kugeln in den verwitterten Gesteinen — Orthit, während neben braunem auch etwas grüner Biotit in paralleler Verwachsung miteinander wahrgenommen wurde. Die schon oben erwähnte Art granophyrischer Verwachsung von Feldspat mit eingeschlossenem Biotit wurde auch hier beobachtet.

Die Granite mit eingeschlossenen Schollen von Hornfels enthalten wieder Biotit als dunklen Bestandteil, ausnahmsweise kommt auch etwas Muscovit vor. Die Feldspate sind denen der oben beschriebenen Gesteine von der rechten Uferwand ähnlich.

Die amphibolreichen Gesteine am Kontakt mit den granat- und vesuvianhaltigen Kalksteinen zeigen mikroskopisch eine deutliche porphyrische Struktur mit großen Einsprenglingen von Orthoklas- und Mikroklinmikroperthit. Der Amphibol ist stark pleochroitisch mit

c $\pm =$ 𝔟	>	𝔞
dunkelgrün (bis bläulich oder bräunlichgrün)		hellbräunlich oder grünlichgelb.

Auslöschungen bis 20° wurden beobachtet.

Biotit kommt nur in geringer Menge vor in diesen Gesteinen, und einige kleine Kristalle, deren bestimmbare Eigenschaften mit denen von Orthit übereinstimmen, wurden beobachtet.

Die zum Teil verkieselten mergeligen Gesteine.

Diese Gesteine zeigen makroskopisch oft eine gelbliche Farbe, die von mikroskopisch nachweisbarem, oft in großer Menge anwesendem Epidot herrührt. Es wurden einige Gesteine der härteren, ausgewitterten Schichten mikroskopisch untersucht, die meisten sind reich an Calcit und enthalten daneben mehr oder weniger Epidot, Quarz und bisweilen in ziemlich großer Menge sehr kleine idiomorphe Kriställchen von Eisenerz. Der Quarz und der, auch mikroskopisch gelbliche, Epidot sind oft zusammen angehäuft, und kleine Hohlräume in den Gesteinen sind ganz mit diesen Mineralien ausgefüllt. In einigen der untersuchten Gesteine war das Epidot-Quarzgemenge nur mit starker Vergrößerung in der Calcitmasse wahrnehmbar.

Die schon oben erwähnten hellgefärbten, rundlichen oder elliptischen Durchschnitte, die in diesen Gesteinen vorkommen, bestehen aus einem Calcitkristall, der oft die polysynthetischen Zwillingslamellen nach zwei Richtungen zeigt.

Die metamorphen Kalksteine.

Makroskopisch sind diese Gesteine den kontaktmetamorphen Kalksteinen mit Granat und Vesuvian in der Nähe von Kota Tua, die in der vorigen Mitteilung I beschrieben wurden, sehr ähnlich.

Die ganz in der Nähe der Granite gesammelten Gesteine bestehen aus Silikaten und Quarz, denen nur sehr wenig Calcit beigemengt ist. An der Zusammensetzuzg der Gesteine beteiligen sich: Granat und Vesuvian (zum Teil in großen Kristallen), Augit, Quarz und Calcit.

Der Granat ist mikroskopisch farblos und zeigt nur ausnahmsweise wenig deutliche optische Anomalien. Sehr zahlreich sind die Einschlüsse von Augit und Quarz, auch Calcit kommt eingeschlossen vor. Der Augit bildet hauptsächlich rundliche Körner, idiomorphe Begrenzung in Schnitten senkrecht zur vertikalen Achse kommt vor, und ausnahmsweise wurden auch mehr verlängerte Schnitte mit deutlicher Spaltung und großer Auslöschungsschiefe wahrgenommen. Der Quarz und der Calcit zeigen meistens eine unregelmäßige Begrenzung. Infolge der zahlreichen Einschlüsse und des isotropen Charakters fällt die Form des Granats, besonders wenn mehrere Kristalle aneinanderstoßen, nur wenig auf.

Der doppelbrechende und mikroskopisch farblose Vesuvian zeigt bisweilen eine Neigung zu idiomorpher Ausbildung in der Prismenzone, meist ist er aber ziemlich unregelmäßig begrenzt. Auch der Vesuvian enthält zahlreiche Einschlüsse von derselben Art wie der

Granat. Verwachsungen von Granat und Vesuvian kommen vor, es wurde z. B. beobachtet, daß zahlreiche isolierte und gleichzeitig auslöschende Teile eines und desselben Vesuviankristalls ganz von einem Granatkristall umschlossen sind.

Die übrigen Gemengteile des Gesteins kommen nur in kleinen Kristallen vor, und ein erheblicher Teil dieser Gemengteile wird von den großen, oft aneinanderstoßenden Granat- und Vesuviankristallen umschlossen. Der Augit ist mikroskopisch farblos, der Calcit füllt auch Äderchen aus, die das Gestein durchsetzen.

Am direkten Kontakt des Granits und der oben beschriebenen metamorphen Gesteine wurde wahrgenommen, daß auch Mikroklin, mit denselben Eigenschaften wie der Mikroklin der Granite, neben Quarz in den kontaktmetamorphen Silikatgesteinen vorkommt. Obwohl der Übergang in unveränderte oder silikatarme Kalksteine in größerer Entfernung vom Kontakte nicht wahrgenommen wurde, beweist doch die große Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei benachbarten Granit-Kalkstein-Kontakten, daß auch die hier beschriebenen Kontaktgesteine aus ursprünglichem Kalkstein hervorgegangen sind. Wie schon in meiner vorigen Mitteilung bei der Beschreibung der Kontaktgesteine westlich von Kota Tua erwähnt wurde, betrachten wir auch bei Pamusian die Silikatgesteine als entstanden durch eine Stoffzufuhr aus den angrenzenden intrusiven Graniten.

Die Hornfelse.

Unter diesem Namen sind verschiedene Gesteine zusammengefaßt, die wohl zum Teil aus tonigen, zum Teil aus kieselreichen, zum Teil aus ziemlich kalkreichen Gesteinen hervorgegangen sind. Manche Gesteine sind den von Verbeek als „Kieselschiefer" erwähnten metamorphen carbonischen Schiefer des Sibumbungebirges [1] sehr ähnlich.

Die Hornfelse an der rechten Uferwand sind dunkelgraue feinkristalline Gesteine, die mikroskopisch untereinander gewisse Unterschiede in der mineralogischen Zusammensetzung zeigen. Die Gesteine zeigen eine typische Hornfelsstruktur und sind in der Nähe des Kontaktes sehr reich an rotbraunem Biotit und Feldspat neben Quarz. Muscovit kommt nur sehr spärlich in diesen Gesteinen vor, weiter vom Kontakt nimmt der Muscovitgehalt zu, während der Biotit- und Feldspatgehalt abnimmt. Auch scheint der Gehalt an kleinen Erzkriställchen in der Nähe des Kontaktes geringer zu sein als in etwas größerer Entfernung. Brauner Turmalin kommt, obwohl nicht in sehr großer Menge, in den Hornfelsen vor. Nur eines der untersuchten Gesteine, das etwa 1 m vom Kontakt mit den Graniten entfernt geschlagen wurde, enthält in großer Menge ein Skapolithmineral.

[1] R. D. M. Verbeek, l. c. p. 242.

Die untersuchten Gesteine am direkten Kontakt mit den Graniten enthalten Quarz, Orthoklas und Mikroklin, Plagioklas, rotbraunen Biotit und etwas Eisenerz. Muscovit und Turmalin wurden nur in geringer Menge und in einigen der untersuchten Proben gar nicht wahrgenommen. Die Schieferstruktur des ursprünglichen Gesteins ist oft durch die parallele Lagerung der Biotitblättchen deutlich erhalten geblieben. Die Feldspate sind in großer Menge neben Quarz anwesend, die verzwillingten zeigen oft die mehr oder weniger deutliche Gitterstruktur des Mikroklins, oft nur die polysynthetische Zwillingsbildung mit den geringen Auslöschungsschiefen der sauren Plagioklase. Bald sind diese Feldspate unverwittert und einschlußfrei, bald sind sie, besonders die Plagioklase, stark getrübt, wie auch schon bei denen der angrenzenden Granite erwähnt wurde. Diese getrübten Plagioklase wurden örtlich wahrgenommen am direkten Kontakt mit den Graniten, wo das Kontaktgestein auch ärmer war an Biotit, weiter vom Kontakt im selben Dünnschliff war der Biotitgehalt größer und getrübte Feldspate wurden nicht mehr wahrgenommen.

Der Biotit zeigt rotbraune, der Turmalin braune, bisweilen etwas bläuliche Farben, so daß das letzte Mineral, wenn es vorkommt, schon sofort durch seine Farbe unterschieden werden kann.

In Gesteinen, die in einer Entfernung von 30 bis 40 cm vom Kontakt gesammelt wurden, kommen dieselben Gemengteile wie in den oben beschriebenen vor. Die Feldspate sind wieder zum Teil polysynthetisch verzwillingt und zum Teil getrübt. An Turmalinkristallen, die in der Prismenzone zum Teil idiomorph ausgebildet sind, wurde ein Wechsel der Farbe von braun nach bläulich im selben Kristall wahrgenommen, die blauen Farben sind dabei hauptsächlich auf die randlichen Partien der Kristalle beschränkt.

In einem Gestein, das in einer Entfernung von einem Meter vom Kontakt gesammelt wurde, kommt neben Biotit schon ziemlich viel Muscovit vor, während das Gestein sehr reich ist an einem Skapolithmineral, das in den übrigen Gesteinen nicht angetroffen wurde. Anderseits scheinen die Feldspate in diesem Gestein nicht oder nur in geringer Menge vorzukommen. Erzkriställchen sind ziemlich häufig. Das Skapolithmineral bildet große Kristalle, die nicht idiomorph ausgebildet sind und zahlreiche andere Mineralien des Gesteins, besonders Quarz, aber auch Biotit und Erz umschließen. Die Doppelbrechung ist stärker als die des Quarzes mit weißer bis sehr schwach gelblicher Polarisationsfarbe. Die Brechungsexponenten sind höher als die des Quarzes, aber niedriger als die des Biotits und des Muscovits. Eine ziemlich gute Spaltbarkeit parallel zur Längsachse ist oft im Schliff wahrnehmbar, die Schnitte zeigen gerade Auslöschung, und die Achse der größten Elastizität ist parallel zu den Spaltrissen. In Schnitten senkrecht

zur vertikalen Achse wurde ein sich nur wenig öffnendes Kreuz wahrgenommen, andere Schnitte zeigen ein sich nicht öffnendes Kreuz; der optische Charakter ist negativ. Die erwähnten Eigenschaften weisen auf ein, optische Anomalien zeigendes, Mineral der Skapolithgruppe hin.

Der nur in geringer Menge vorkommende Turmalin ist durch seine braune Farbe leicht vom rotbraunen Biotit zu unterscheiden. Er bildet auch größere Kristalle mit skelettartiger Ausbildung, die, wie die Skapolithe, zahlreiche andere Bestandteile des Gesteins umschließen.

Die Hornfelse an der linken Uferwand haben NNW-Streichen und fallen mit 60° bis 65° nach ONO (vgl. Fig. 1) in der Richtung der angrenzenden Granite. Sie haben ein gestreiftes Aussehen und sind dicht bis feinkristallin. Bänder mit heller und dunkler grauen, auch grünlichen Farben wechseln miteinander ab. Zahlreiche Hornfelse, in verschiedener Entfernung vom Kontakt, wurden mikroskopisch untersucht mit dem folgenden Resultat:

Gesteine vom direkten Kontakt mit den Graniten bestehen hauptsächlich aus einem Quarzgemenge mit wenig Plagioklas und wenig farblosen bis sehr hellgrünlichen Amphibolsäulchen.

Sie enthalten viel von einer bräunlichgelben, eisenreichen Substanz, während auch unverwittertes Erz vorkommt. Zoisit ist vorhanden und kommt sehr reichlich vor in Bändern, die hauptsächlich aus diesem Mineral mit wenig Quarz bestehen.

Gebänderte Gesteine in etwas größerer Entfernung vom Kontakt (etwa ½ m) enthalten dünne Schichten, die ganz aus mehr oder weniger fächerförmigen Aggregaten von einem schwach doppelbrechenden und ziemlich stark lichtbrechenden Mineral bestehen. Das Mineral ist deutlich zweiachsig und optisch positiv mit ziemlich kleinem Achsenwinkel, beide Achsen sind noch am Rande des Gesichtsfeldes zu sehen. Die Doppelbrechung $\beta-\alpha$ ist sehr gering, Schnitte mit senkrechtem Austritt von $\mathfrak{c}$ ergeben eine sehr niedere Interferenzfarbe, und auch $\gamma-\alpha$ hat nur einen sehr mäßigen Wert. Die Lichtbrechung ist höher als die vom Canadabalsam, andererseits aber geringer als die einiger Epidot- und Zoisitkörner, die im Mineral eingeschlossen vorkommen. Die Auslöschung ist in bezug auf die deutlichen Spaltrisse in der Längsrichtung immer gerade oder höchstens sehr wenig schief. Die optische Achsenebene steht senkrecht zur Längsrichtung. Andere dünne Schichten in derselben Gesteinsprobe bestehen aus Quarz mit wenig, grünlichem oder braunem, Biotit und wenig eisenreichen Verwitterungsprodukten.

Ein Gestein, das in einer Entfernung von ¾ m vom Kontakt gesammelt wurde, enthält dünne Schichten, die neben Quarz und wenig, zum Teil polysynthetisch verzwillingtem, Feldspat viel grünliche Amphibolsäulchen und wenig Biotit enthalten. Der Amphibolgehalt ist wechselnd; mit dem Quarz kommt in sehr feinkörnigem

Gemenge einiger Schichten in großer Menge ein farbloses, schwächer lichtbrechendes albitähnliches Mineral vor, in dem ausnahmsweise noch Spaltrisse sichtbar sind, polysynthetische Zwillinge wurden aber in diesen sehr kleinen Körnern nicht wahrgenommen. Andere Schichten bestehen fast nur aus Quarz und wenig Feldspat mit Zoisit, noch andere aus Quarz (und Feldspat) mit viel schwarzen Erzkörnchen und deren bräunlichen Verwitterungsprodukten und etwas Zoisit.

In größerer Entfernung vom Kontakt wurden, außer den oben genannten ähnlichen, noch Gesteinsproben gesammelt, die neben Quarz und wenig, zum Teil polysynthetisch verzwillingtem, Feldspat viel Calcit und viel Augit mit etwas Zoisit und Erzkörnchen enthalten. Biotitreiche feinkristalline Hornfelse kommen vor. Diese Gesteine enthalten neben Quarz und weniger polysynthetisch verzwillingtem Feldspat mit symmetrischen Auslöschungen bis 18^0 auch viel farblosen Glimmer und wenig Turmalin, bisweilen kommt auch Chlorit vor. Derartige Gesteinc wurden gesammelt in Entfernungen von 7 m und 9½ m vom Kontakt.

Dünne, mit einem grobkristallinen Mineralgemenge gefüllte Äderchen wurden beobachtet 8½ m vom Kontakt. Sie kommen vor in feinkristallinem Hornfels mit Quarz, wenig Plagioklas, Biotit, Muscovit, Chlorit, und enthalten neben Quarz sehr viel, einige Millimeter große, Kristalle von farblosem Glimmer, die zum Teil radialstrahlig angeordnet sind, und hellgrünem Chlorit.

In früheren Mitteilungen[1] haben wir pneumatolytische Kontakthöfe von Sumatra beschrieben, in denen für die umgewandelten Sedimente eine starke stoffliche Änderung bezeichnend ist. Derartige Gesteine kommen unter den hier beschriebenen Kontaktgebilden von Pamusian nicht vor.

Bei der Bildung der feldspathaltigen Hornfelse an der rechten Uferwand des Sinamar kann eine Stoffzufuhr aus dem granitischen Magma stattgefunden haben, und die sehr silikatreichen metamorphen Kalksteine am Kontakt mit amphibolreichen Graniten an der linken Uferwand weisen auf endomorphe und exomorphe Metamorphose hin. Die Kontaktfläche zwischen Granit und metamorphen Sedimenten ist immer scharf ausgebildet und nennenswerte Veränderungen der Struktur der Granite in der Nähe des Kontaktes wurden nicht beobachtet.

[1] H. A. Brouwer, Über einen Granitkontakthof in Mittel-Sumatra. Geol. Rundschau. V. 1915. p. 551; Pneumatolytic hornfels from the hill countries of Siak (Sumatra). Proceed. Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam. 18. p. 584.

Die Stellung der Gabbroamphibolite des sächsischen Granulitgebirges im System der Eruptivgesteine.

Von **W. Bergt** in Leipzig.

In seiner Arbeit „Die Gruppe des Flasergabbros im sächsischen Mittelgebirge“[1] kommt JOHANNES UHLIG nach eingehendem mikroskopischem Studium der Gesteine zu der Überzeugung, „daß sich dieselben, resp. der größte Teil ihrer Masse, bei der Ausbildung ihrer eigentümlichen Strukturverhältnisse im flüssigen Zustand befunden haben müssen, so daß also die Foliation, die Mosaikbildungen der verschiedenen Gemengteile, sowie die Druckerscheinungen an den Mineralindividuen nicht durch Druckvorgänge am festen Gestein erklärt werden können, sondern auf Pressungen und Bewegungen innerhalb eines noch liquiden Magmas zurückgeführt werden müssen“.

Und nach Betrachtung der chemischen Zusammensetzung der Gabbros einerseits und der zugehörigen Amphibolite (Gabbroamphibolite) andererseits ergibt sich ihm die weitere bemerkenswerte und wichtige Tatsache: „Man erkennt nämlich, daß bei etwa gleichem SiO_2-Gehalt der Al_2O_3-Anteil in den Amphiboliten beträchtlich geringer, der Gehalt an Oxyden mit zweiwertigen Metallen aber höher ist als in den Gabbros, während die Alkalien etwa gleich sind. Dieses Resultat spricht nun ebenfalls mit aller Entschiedenheit dagegen, daß die Amphibolite durch irgend eine Metamorphose aus den Gabbros hervorgegangen sind“.

Nach weiteren, diese chemischen Verhältnisse ausführenden Bemerkungen läßt UHLIG seine Darstellung in der Auffassung gipfeln: „Auf Grund der vorstehenden Tatsachen kann kaum ein Zweifel bestehen, daß man es hier mit magmatischen Spaltungsvorgängen, die mit den Druckerscheinungen in Verbindung stehen, nicht mit sekundärem Hervorgehen des einen Materials aus dem anderen zu tun hat. Besonders hervorgehoben sei aber nochmals, daß die zwischen den eigentlichen Gabbros und den Amphiboliten der Flasergabbrogruppe sich geltend machenden chemischen Unterschiede sich innerhalb der für Gabbrogesteine charakteristischen Verhältnisse bewegen“.

Ich stimme den Ausführungen UHLIG's vollständig zu. Aber mir scheint, ihnen fehlt die letzte Folgerung, der krönende Schluß, die Aussage darüber, in welchem geologischen Verhältnis die Amphibolite zu den Gabbros stehen.

Nach meiner Auffassung sind diese Amphibolite die zum Gabbro gehörigen Gang- und Schlierengesteine, sind Diorit- und Gabbroaplite, dioritische und gabbroide Gang- und Schlierengesteine, die in den allermeisten Ge-

---

[1] J. UHLIG, Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 59. 1907. 1—48.

bieten des ehemaligen „kristallinen Grundgebirges" die grobkörnigen Gabbros, die typische Tiefengesteinsausbildung, so massenhaft begleiten, häufig förmlich einwickeln.

Daß die Gang- und Schlierennatur dieser feinkörnigen bis dichten Gesteine so wenig deutlich oder gar nicht mehr erkennbar ist, liegt in den sattsam bekannten, so überaus schwierig zu deutenden geologischen Verhältnissen dieser Körper altkristalliner Gesteine.

Wenn wir mit den Metamorphikern diese geologisch und genetisch so schwer zu deutenden Verhältnisse für das Erzeugnis einer Druckmetamorphose an den bereits erstarrten Eruptivmassen halten, dann ist die ehemals deutlicher vorhanden gewesene Gang- und Schlierenform dieser Amphibolite eben durch die Druckmetamorphose verwischt, vernichtet worden.

Wenn wir dagegen die jetzige Beschaffenheit der Gesteine dieser Flasergabbrogruppe und ihren geologischen Verband für eine ursprüngliche Erstarrungserscheinung ansehen, dann sind die gleichen, bei der Erstarrung wirksamen Kräfte, welche diese merkwürdigen, so verschieden deutbaren und auch verschieden ausgelegten Verhältnisse schufen, nämlich Fluß, Bewegung und richtender Druck bei der Erstarrung, auch verantwortlich zu machen für die Verwischung, Vernichtung der Gang- und Schlierenform dieser Amphibolite.

Wer den inneren Aufbau z. B. des westerzgebirgischen Eibenstocker Turmalingranitmassivs[1] studiert, in dem Parallel- und Flaserstrukturen, primäre wie sekundäre, so gut wie ganz fehlen, mindestens eine ganz verschwindende Rolle spielen, der erkennt, daß schon hier bei ganz normaler, nicht durch nachträgliche Metamorphose gestörter Ausbildung das wahre Verhältnis der Gang- und Schlierengranite zum Hauptgranit sehr häufig und vielerorts schwer zu beobachten und schwierig zu deuten ist.

Wie viel mehr muß das der Fall sein in einem Eruptivmassiv, das von Parallel- und Flaserstrukturen beherrscht wird, in dem starke Kräfte, Bewegung und Fluß nebst richtendem Druck bei der Erstarrung (oder nachträglich einsetzende Metamorphose) die normale Ausbildung gewaltig gestört haben.

Die Gabbroamphibolite sind teils dioritische, teils gabbroide Gang- und Schlierengesteine, die den dioritischen — dem Malchit, Luciit, Orbit — und gabbroiden Apliten, dem Beerbachit, entsprechen. In gleicher Weise sind die Pyroxengranulite aplitische Ganggesteine, die der Eruptivreihe: Hypersthengranitaplit — Hypersthendioritaplit — Noritaplit (teils auch Beerbachit) angehören.

---

[1] Vergl. bes. M. Schröder, Erläuterung zu Blatt Eibenstock. 145. 1884.

Die chemische Zusammensetzung der wenigen, bisher analysierten sächsischen Gabbroamphibolite zeigt diese magmatische Verwandtschaft mit genügender Deutlichkeit, wenn auch deren mineralische Zusammensetzung von der der angezogenen Aplite hier und da abweichen mag. Diese Abweichung in der mineralischen Zusammensetzung ist auf Rechnung der Erstarrung unter nichtnormalen Verhältnissen (oder, wenn man will, auf Rechnung der Metamorphose) zu setzen.

Chemische Formeln nach Osann.

1. Gabbros des sächsischen Granulitgebirges.

s	a	c	f	
54,90	1,5	6,0	12,5	Gabbro, Mahlitzsch bei Roßwein.
52,61	0,5	6,5	13,0	Hypersthenit, Höllmühle bei Penig.
51,02	1,0	4,0	15,0	Grobk. Gabbro, „ „ „
49,80	2,5	4,5	13,0	Flasergabbro, Vierlinden bei Roßwein.
49,52	2,0	4,5	13,5	„ „ „ „
49,27	2,0	4,5	13,5	„ „ „ „

2. Dichter Gabbro und Gabbroamphibolit des sächsischen Granulitgebirges nebst magmenverwandten Diorit- und Gabbroapliten.

s	a	c	f	
53,70	2,0	4,0	14,0	Dichter Gangdiorit, Oberramstadt, Odenwald.
52,99	1,5	2,5	16,0	Dichter Gabbro, Böhrigen bei Roßwein, Sa.
51,44	2,0	3,0	15,0	Beerbachit (Mikrogabbro), Almasel, südöstl. Ungarn.
51,91	1,5	2,5	16,0	Malchitähnl. Gestein, Studené, Böhmen.
52,42	2,0	2,5	15,5	Malchit, Schloßmühle gegenüber Dohna, Sa.
51,67	1,5	4,5	14,0	Gabbroamphibolit, porphyrartig, Grumbach bei Mittweida, Sa.
50,07	1,0	4,5	14,5	Beerbachit, Monhegan-Insel, Maine, N.-Am.
50,03	1,0	2,0	17,0	Dichter, schwarzer Gabbroamphibolit, Hartenberg bei Roßwein, Sa.
48,89	1,0	4,0	15,0	Malchit, Monhegan-Insel, Maine, N.-Am.
49.70	1,5	2,5	16,0	Gabbroamphibolit, Vierlinden bei Roßwein, Sa.
47,20	1,0	1,5	17,5	„ Hohlweg bei Etzdorf, Sa.. Mittel aus 2 Anal.
46,69	1,5	1,5	17,0	Beerbachit, Berg Tilaï, Ural.

Über die Entstehung des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Der primäre Ursprung des Hauptsalzes (kieseritischer Halit-Carnallit, Kieserit % < Halit % < Carnallit %) spricht dafür, daß die in den tiefer gesunkenen Beckenteilen zusammengeschrumpften Zechsteinlaugen weniger Magnesiumsulfat und bedeutend mehr Chlormagnesia enthielten, als es auf Grund der regelmäßigen Eintrocknung von normal zusammengesetztem Meerwasser vorausgesetzt wird. Die carnallitische Umwandlung eventuell vorangegangener kainitischer Ausscheidungsprodukte war mit der Einsickerung chlormagnesiareicher Mutterlaugen des fortschreitenden Eintrocknungsvorganges verbunden. Die in der Tiefe nachträglich erfolgte Einwirkung des aus dem zersetzten Carnallit ausgepreßten Chlormagnesiums kommt indessen ebenfalls in Betracht, wogegen die Annahme des Bestehens von Bischofitlagern und die Mitwirkung derselben an den späteren Umwandlungsvorgängen unter allen Umständen eliminiert werden muß[1].

Es tauchte nun vor kurzem in Verbindung mit dieser letztgenannten Hypothese die Voraussetzung der primären Entstehung des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits auf[2], die mit meinen Ausführungen[3] über die sekundäre Entstehung desselben leider nicht in Einklang gebracht werden kann und daher weitere Erörterung benötigt.

Bereits M. Naumann stellte fest, daß der Anhydrit im anhydritischen Sylvin-Halit und der Kieserit im kieseritischen Sylvin-Halit (Hartsalz) sich gewissermaßen vertreten[4]. Bei Zunahme des Anhydritgehaltes tritt die Menge des Kieserits zurück und umgekehrt. Auch meine Beobachtungsdaten und Analysen haben diese Feststellung bestätigt[5]. Andererseits kommt das kieserithaltige Hauptsalz in den Südharzer Ablagerungen sowohl in Schichtkomplexen, als auch zu gemengeartigen Massen zerquetscht vor. So konnte ich unter anderem im Werke Bleicherode, in der liegenden Strecke zwischen dem 3. und 4. westlichen Querschlag, einen stärkeren Schichtkomplex integrierenden Hauptsalzes mit 12 % Kieserit feststellen. In den Kalifirsten des Schachtes I kommt auch

---

[1] M. Rózsa, Über die Ausscheidung und Thermometamorphose der Zechsteinsalze Bischofit, Kainit und Astrakanit. Zeitschr. anorg. u. allg. Chem. 97. 41.

[2] R. Lachmann, Über Carnallitisierung der Südharz-Kalilager. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. 165.

[3] Kali. 1913. 510. — Földtani Közlöny. 1915. 306.

[4] M. Naumann, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXII. 614. 1911.

[5] Földtani Közlöny. 1915. 308.

der kieseritische Carnallit-Halit in regelmäßiger Ausbildung vor. Es wäre demnach nicht ganz richtig, das Fehlen des Kieserits als besonderes Merkmal der Südharzer Ablagerungen anzugeben. Kieseritische Hartsalze, ähnlich den Staßfurter Hartsalzen, kommen im Horizonte des anhydritischen Sylvin-Halits sowohl im Werke Bleicherode, als auch im Werke Glückauf-Sondershausen vor. In den Nordhäuser Kaliwerken (Wolkramshausen) tritt der anhydritische Sylvin-Halit bereits zurück, und es können ungestörte Lagerteile des typisch kieseritischen Hartsalzes aufgefunden werden [1].

Bei Annahme der primären Ausscheidung des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits müßte die höchst unwahrscheinliche Hypothese aufgestellt werden, daß der Kieseritgehalt der integrierenden Hauptsalz- und Hartsalzlagerteile infolge der Umwandlung des Anhydrits zu Kieserit entstanden ist. Es liegt indessen, abgesehen von den Werralagern, gar kein Grund vor, von der ursprünglich gleichartigen Ausbildung der Hauptsalzschichten im älteren Zechsteinkalisalzlager abzusehen. Es läßt sich im Gegenteil der Übergang von primärem Hauptsalz in sekundäres Hartsalz (stellenweise auch langbeinitisch) und in anhydritischen Sylvin-Halit auch in den Südharzlagern mehrfach feststellen:

Hauptsalz (Kies. Halit-Carn.) ➤ Hartsalz (Kies. Sylv.-Halit) ➤ Anhydr. Sylvin-Halit.
Hauptsalz (Kies. Halit-Carn.) ➤ Anhydr. Sylvin-Halit.

Die Umwandlung des kieserithaltigen Hauptsalzes und Hartsalzes zu anhydritischem Sylvin-Halit erfolgte infolge der Einwirkung chlorcalciumhaltiger Laugen, wobei der Kieserit teilweise oder ganz in Anhydrit umgewandelt wurde [2]:

$$MgSO_4 + CaCl_2 \longrightarrow CaSO_4 + MgCl_2.$$

Die eventuell vorhanden gewesenen tachhydritischen Zwischenprodukte des Hauptsalzes sind gänzlich verschwunden, da der anhydritische Sylvin-Halit, wie dies auch die stellenweise polyhalitischen Umkrustungen des Anhydrits beweisen, mehrfach durchgelaugt wurde.

Die Möglichkeit der Einwirkung chlorcalciumhaltiger Laugen beweist nicht nur das sonst häufige Auftreten des Tachhydrits in den Kalisalzlagern, sondern auch der Umstand, daß die in den Salztonen anhaftenden Laugenteile häufig Chlorcalcium enthalten. Außer dem Vorkommen in der ursprünglich vorhanden gewesenen

[1] M. Rózsa, Daten zur Kenntnis des organischen Aufbaues der Kalisalzablagerungen. Kali. 1913. 506.

[2] Földtani Közlöny. 1915. 306. — Im jüngeren Zechsteinsalzlager, bezw. in den entsprechenden Laugengemischen des Eintrocknungsvorganges, führte dieser Umwandlungsvorgang, ähnlich den Elsässer Ablagerungen (Zeitschr. anorg. Chem. **93**. 137), stellenweise zur vollständigen Verdrängung der Kieseritausscheidung.

Endlauge könnte die Entstehung derselben sowohl durch die Einwirkung von Chlormagnesialaugen auf Calciumcarbonat, als auch in Verbindung mit der Zerlegung des im Tone anwesenden Calcium-Aluminiumsilikats erklärt werden.

Im Lager des anhydritischen Sylvinhalits tritt stellenweise der Sylvingehalt vollständig zurück und stellt sich erst in gewissen Entfernungen wieder ein. Ähnliche Vertaubungen können bereits in den Hauptsalzlagern festgestellt werden, und zwar hauptsächlich in jenen zusammengeschrumpften Schichtkomplexen, wo der Carnallit seitlich abgepreßt wurde. Nach der sekundären Umwandlung des Hauptsalzes zu Hartsalz, bezw. des Carnallits zu Sylvin, treten nun in diesen Teilen des entstandenen Hartsalzlagers Vertaubungen an Sylvin auf. Der Umstand, daß die Umwandlung des Kieserits zu Anhydrit auch in den tauben Teilen des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits stattfand, läßt ferner mit Sicherheit erkennen, daß die chlorcalciumhaltigen Laugen auch diese Lagerteile durchlaugten. Es haben demnach bei diesen Vertaubungen sowohl rein dynamische Auspressungsvorgänge, als auch chemische Lösungs- und Umwandlungsvorgänge mitgewirkt.

An manchen Stellen der Südharzlager wurde der anhydritische Sylvin-Halit, in Verbindung mit den nachträglich stattgefundenen Zersetzungsvorgängen benachbarter Carnallitgesteine und je nach den statischen Druckverhältnissen der zirkulierenden Laugen, in anhydritischen Carnallit-Halit und in anhydritischen Halit-Carnallit (in den sylvinreicheren Lagerteilen) umgewandelt:

Anhydritischer Sylvin-Halit —— + Chlormagn. ——➤ Anhydr. Carnallit-Halit / Anhydr. Halit-Carnallit.

Im Werke Bleicherode, in der Grundstreckenfirste, östlich vom 3. westlichen Querschlag, konnte ich den Übergang vom anhydritischen Sylvin-Halit in anhydritischen Carnallit-Halit besonders deutlich wahrnehmen. Infolge unvollständiger Umwandlung ist demselben auch etwas Sylvin beigemengt.

Trigonia Smeei Sowerby und ihre horizontale Verbreitung.

Von Erich Lange.

Trigonia Smeei Sow. ist zum ersten Male von Sowerby[1] im Jahre 1840 aus den Umia-beds der vorderindischen Insel Cutch beschrieben worden. Erst nach einem Zeitraum von 60 Jahren wurde diese interessante Art wieder in der beschreibenden Literatur

[1] Sowerby, A notice respecting some fossils collected in Cutch by Captain W. Smee. Trans. Geol. Soc. London. 1840. Ser. 2. 5. p. 715. Taf. 61 Fig. 5.

erwähnt, und zwar durch KITCHIN's[1] vorzügliche Monographie der Trigonien Indiens. Die genaue Beschreibung KITCHIN's und mehrere gute Abbildungen vervollständigten das Bild der Spezies, und außerdem wird in *Tr. crassa* KITCHIN[2] eine neue Spezies beschrieben, die aufs nächste mit der *Tr. Smeei* Sow. verwandt ist und mit ihr zu einer Formengruppe gehört.

Außerhalb Indiens wurde *Tr. Smeei* Sow. zum erstenmal in größerer Menge von der Tendaguru-Expedition in Deutsch-Ostafrika im Hinterlande von Lindi aufgefunden. Es gelang mir[3], an dem äußerst reichhaltigen, von der Expedition nach Berlin gebrachten Material die Identität zwischen der ostafrikanischen bisher als *Tr. Beyschlagi* MÜLL.[4] beschriebenen Art und der indischen *Tr. Smeei* Sow. festzustellen. Ebenso ergaben die Untersuchungen, daß der *Tr. crassa* KITCH. nur der Wert einer Variation der *Tr. Smeei* Sow. zuerkannt werden kann, da beide Spezies in Deutsch-Ostafrika durch Übergangsformen verbunden werden. Ein sonstiges Vorkommen der *Tr. Smeei* Sow. außerhalb Vorderindiens oder Deutsch-Ostafrikas ist mir nicht bekannt.

Nun beschreibt neuerdings E. JAWORSKI[5] in „Beiträgen zur Kenntnis des Jura in Südamerika“ eine einzige isolierte linke Klappe einer *Trigonia* mit der Fundortsbezeichnung: „Piedra pintada bei Neuquen, Südargentinien“. Der Autor bildet auf Grund dieses Materials eine neue Art, der er den Namen *Tr. Burkhardti* JAW. gibt. Auf p. 381 an dem zitierten Orte schreibt JAWORSKI: „Eine Form, die zu *Tr. Burkhardti* nahe Beziehungen zeigt, also im wesentlichen konzentrisch verlaufende, starke, auf dem Vorderteil gegabelte Rippen mit querberippter Area und nach hinten ausgezogener Form vereinigt, ist nicht bekannt“. Da nun diese hier angeführten Arteigentümlichkeiten auch im großen und ganzen die der *Tr. Smeei* Sow. sind, so dürfte ein Vergleich der beiden Arten recht

---

[1] F. L. KITCHIN, The Jurassic Fauna of Cutch. 3. Part 2. Lamellibranchiata No. 1. Genus *Trigonia*. Palaeont. Indica. Ser. 9. Calcutta 1903. p. 40. Taf. 3—4.

[2] F. L. KITCHIN, l. c. p. 44. Taf. 4.

[3] E. LANGE, Die Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Anneliden der *Trigonia Schwarzi*-Schicht nebst vergleichender Übersicht über die Trigonien der gesamten Tendaguruschichten. Archiv für Biontologie. 3. Heft 4. 1914. p. 225.

[4] G. MÜLLER, Versteinerungen des Jura und der Kreide, in BORNHARD: Zur Oberflächengestaltung und Geologie von Deutsch-Ostafrika. Berlin. 1900. p. 543. Taf. 19. — E. KRENKEL, Die untere Kreide von Deutsch-Ostafrika. Beiträge zur Pal. u. Geol. Österreich-Ungarns und des Orients. 23. 1910. p. 209. Taf. 20.

[5] E. JAWORSKI, Beiträge zur Kenntnis des Jura in Südamerika. Teil 2. Spezieller paläontologischer Teil. N. Jahrb. f. Min. etc. Neue Folge. Beil.-Bd. XL. p. 380. 1916.

lohnend sein. Ein Versuch, die von Jaworski abgebildete Klappe mit *Tr. Smeei* Sow. identifizieren zu wollen, kann zu keinem befriedigenden Ergebnis führen. Denn nach den Erfahrungen, die ich an dem weit über 100 Exemplare betragenden Material des Museums für Naturkunde in Berlin machte, kann die *Tr. Smeei* Sow. infolge ihrer stark variationsfähigen Oberfläche, die bei jedem Tier individuelle Eigenschaften aufweist, nur nach dem Bau des Schlosses einwandfrei identifiziert werden. Gerade aber das Schloß ist von *Tr. Burkhardti* Jaw. nicht bekannt.

In dem äußeren Schalenbau der von Jaworski abgebildeten *Trigonia* scheint mir jedenfalls kein prinzipieller Unterschied zu den ostafrikanischen Exemplaren der *Tr. Smeei* Sow. zu bestehen. Die Abbildung zeigt zwar eine stärkere Berippung der Area, als sie an den von mir veröffentlichten Abbildungen[1] zu sehen ist. Hierbei ist aber der Erhaltungszustand der afrikanischen Exemplare in Betracht zu ziehen, der der Erhaltung feiner Skulpturen auf der Oberfläche ungünstig war. Die Trigonien finden sich in ein recht grobkörniges Konglomerat eingebettet, und alle Schalen zeigen Spuren von Abrollung, die sie vielleicht schon zu Lebzeiten des Tieres, aber sicher kurz nach seinem Absterben erhielten. Durch den Fossilationsprozeß wurden die Schalen in kristallinen Kalkspat umgewandelt. Auch dieser Prozeß war der Erhaltung der Schalenverzierungen nicht günstig. Nun scheint mir ferner Jaworski's Abbildung recht stark retuschiert zu sein, so daß dadurch vielleicht die Verzierung der Area deutlicher und klarer hervorgehoben wird, als dies tatsächlich der Fall ist. Immerhin liegen Exemplare der *Tr. Smeei* Sow., die gleiche, wenn auch etwas schwächere Berippung der Area zeigen, unter dem Material der Tendaguru-Expedition vor.

Was aber geradezu in aufdringlicher Weise für eine nahe Verwandtschaft der *Tr. Smeei* Sow. und der *Tr. Burkhardti* Jaw. spricht, ist die Art der Berippung. Zwar gibt Jaworski an, daß seine neue Art auf dem Vorderteil gegabelte Rippen besitze; aber eine genaue Betrachtung zeigt, daß diese Rückengabelung in der Jugend nicht vorhanden ist und erst bei dem Größerwerden der Schale als eine eigenartige dekadente Erscheinung auftritt. Auch in der Nähe des Unterrandes der Schale läßt sich die gleiche eigenartige Erscheinung feststellen, indem die Rippen nicht mehr gleichmäßig über die Schale verlaufen, sondern in unregelmäßiger Weise unterbrochen werden, dadurch, daß sich die Rippen plötzlich auskeilen und nach einem Zwischenraum etwas oberhalb oder unterhalb der vorigen Lage von neuem beginnen. Gerade diese dekadenten Erscheinungen habe ich an der *Tr. Smeei* Sow. studiert und gefunden, daß zwar die Erscheinung als solche eine Eigenart

[1] E. Lange, l. c. Taf. 20—21.

der Spezies ist, daß dagegen die durch dieselbe auf der Oberfläche der Schale des einzelnen Tieres hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten nur den Wert von individuellen Erscheinungen haben. Ich zweifle nicht, daß ebenso auch die Gabelung der Rippen im Vorderteil der Schale der *Tr. Burkhardti* Jaw. nur als individuelle Eigenart zu bewerten ist. An vielen Exemplaren der *Tr. Smeei* Sow. lassen sich desgleichen auf dem Vorderteil der Schale im Altersstadium Gabelungen der Rippen beobachten. So weist gerade die Art der Berippung auf eine auffallend nahe Verwandtschaft der südamerikanischen zu der indisch-afrikanischen *Trigonia* hin.

Ich möchte durchaus nicht etwa behaupten, daß ich in *Tr. Burkhardti* Jaw. eine echte *Tr. Smeei* Sow. zu erblicken glaube. Lediglich darauf möchte ich hinweisen, daß zwischen den beiden Arten trotz ihrer räumlich so weit auseinanderliegenden Fundpunkte eine beachtenswerte Verwandtschaft zutage tritt, die beide auf das engste miteinander verbindet. Erst eingehende Untersuchungen an südamerikanischem Material und vor allem das Studium des Schloßbaues werden zeigen, ob *Tr. Burkhardti* Jaw. eine eigene neue Spezies oder nur eine Spielart der *Tr. Smeei* Sow. ist. Wie schwer es ist, auf Grund geringen Materials *Tr. Smeei* Sow. zu bestimmen, ersieht man am besten aus dem Umstand, daß einzelne Exemplare als *Trig. crassa* Kit. und *Tr. Beyschlagi* Müll. beschrieben worden sind.

Kann an Hand eines reichlichen Materials und nicht nur auf Grund des Vergleichens von mehr oder weniger gut gelungenen Abbildungen die Beziehung der südamerikanischen zu der ostafrikanischen *Trigonia* bekräftigt werden, so liegt uns in *Tr. Smeei* Sow. die erste tithonische *Trigonia* der indisch-afrikanischen Meeresprovinz vor, von der wir wissen, daß ihr nächster Verwandter an den Küsten des westlichen Südamerika lebte. Dies darf uns nicht weiter wundernehmen, da ähnliche faunistische Beziehungen zwischen afrikanisch-indischen und südamerikanischen Ablagerungen nichts Neues mehr sind. Die liassische Fauna Madagaskars[1] zeigt große Verwandtschaft zu der des Lias von Südamerika. Im gleichen Zeitalter finden sich auch sehr interessante Beziehungen zwischen der Flora Südamerikas und Indiens[2]. Im Neocom Ostafrikas und Südamerikas tritt *Tr. transitoria* Steinmann[3] als gemeinsames Fossil auf. In beiden Gegenden und außerdem noch in der Uitenhage Series des Kaplandes finden wir *Tr. conocardiiformis* Krauss[4]. Als

---

[1] A. Thevenin, Paléontologie de Madagascar. Annales de Paléontologie. 1908. p. 38.

[2] E. Jaworski, Beiträge zur Kenntnis des Jura in Südamerika. Teil 1. Allgemeiner Teil. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVII. p. 342. 1914.

[3] E. Lange, l. c. p. 237, 288, 289.

[4] E. Lange, l. c. p. 235, 275, 277, 285, 289.

ein neues wichtiges Glied, das die Faunen des obersten Jura Argentiniens mit denen Ostafrikas und Vorderindiens verbindet, kämen nun noch die Trigonien der Formengruppe der *Tr. Smeei* Sow. hinzu.

Trotz ihrer weiten horizontalen Verbreitung scheint *Tr. Smeei* Sow. nur eine geringe vertikale Verbreitung zu besitzen. Sie gibt daher ein gutes Leitfossil für tithonische Schichten. Scheinbar wird der Wert der *Tr. Smeei* Sow. als tithonisches Leitfossil dadurch etwas eingeschränkt, daß von der Tendaguru-Expedition auch ein Stück mitgebracht wurde, das dem Horizont der *Trigonia-Schwarzi*-Schicht, also dem Neocom, entstammen soll. Da es vielleicht nicht ausgeschlossen ist, daß hier irgend ein Irrtum untergelaufen ist, so kann dieses vereinzelte Vorkommen der *Tr. Smeei* Sow. in höheren als tithonischen Schichten bisher vernachlässigt werden. Sicher ist jedenfalls das eine, daß *Tr. Smeei* Sow. in großen Massen und gesteinsbildend nach unserer bisherigen Kenntnis nur im Tithon auftritt. Vielleicht dürften deshalb auch die Trigonienlager, in denen sich die *Tr. Burkhardti* Jaw. fand, dem obersten Jura angehören. Jaworski, dem keine das Alter der Schichten charakterisierende Fossilien zur Seite standen, gibt als Horizontbestimmung für die Schichten mit *Tr. Burkhardti* Jaw. „Malm bis untere Kreide" an[1]. Sollte eine Gleichalterigkeit der argentinischen mit den indischen Trigonienlagern der Umia-beds von Cutch angenommen werden, so ist anzunehmen, daß ein Vergleich der beiderseitigen Trigonienfaunen noch manche andere interessante Beziehungen zutage fördern wird. Jedenfalls sollten bei einer neuen Bearbeitung von oberjurassischen Faunen Südamerikas, Indiens oder Afrikas diese wichtigen und interessanten Verwandtschaftsbeziehungen der verschiedenen Faunen zueinander in keinem Falle vernachlässigt werden. Gerade hierauf an Hand eines typischen Beispieles die Aufmerksamkeit zu erregen, war die Absicht dieser Zeilen.

Basel, Geol.-Mineralog. Institut, Juni 1917.

Über das Vorkommen von Mosbacher Sanden am Eingang ins Pfrimmtal bei Worms.

Von **Wilhelm Weiler** (Worms).

Mosbacher Sande sind bei Worms bis jetzt nur verworfen vorgefunden worden in einem Aufschluß bei Hochheim[2] (einem Vororte westlich der Stadt), südlich vom Bahnhof in der Ecke der

[1] E. Jaworski, l. c. Teil 2. p. 382.

[2] a) A. Steuer, Bodenw. u. Diluvialabl. hess. Ried. Notizbl. Ver. Erdk. Darmstadt 1907. — b) Ders., Neuere u. ältere Aufschl. im rheinh. Diluv. Daselbst 1909.

Worms—Alzeyer und Ludwigshafener Bahn [1] und durch Bohrung in der Werger'schen Brauerei [2]. Wie die Untersuchungen Steuer's lehren, fanden die Verwerfungen nach Ablagerung der Hochterrasse in der Rheinebene selbst in viel stärkerem Maße statt, als an ihrem Rande; denn während die Mosbacher Sande bei Hochheim mit ihrer oberen Kante noch 115 m hoch liegen (also nur 35 m tiefer als normal), blieb ein in der oben erwähnten Brauerei niedergetriebenes Bohrloch erst in 200 m Tiefe in ihnen stecken. „Gegen den Aufschluß bei Hochheim [ist demnach] ein Höhenunterschied von 200—220 m ... vorhanden“ [3].

Die Kenntnis dieser staffelförmigen Verwerfungen wird nun noch dadurch ergänzt, daß es gelungen ist, die Mosbacher Terrasse in unmittelbarer Nähe der abgesunkenen Stufe bei Hochheim normal lagernd auf einem benachbarten Höhenzuge nachzuweisen. Die Gegend von Worms bietet also auf engem Raume einen schönen Einblick in die tektonischen Vorgänge, die sich während des Diluviums in Rheinhessen abgespielt haben, und aus diesem Grunde erscheint es auch der Mühe wert, den neuen Fund weiteren Kreisen mitzuteilen. —

Geht man von Leiselheim, einem Dorfe westlich Worms, die Landstraße nach dem benachbarten Herrnsheim, so stehen die Sande kurz vor dem Wasserbehälter für die beiden erwähnten Gemeinden auf ungefähr 145 m Höhe rechts im Felde in einer kleinen Grube an. Der Höhenrücken, auf dem sie liegen, fällt südlich nach der Pfrimm zu ab, während er östlich bald in nördlicher Richtung umbiegt, um alsdann dem Rheine parallel zu verlaufen. An der Umbiegungsstelle erweitert sich dadurch das Pfrimmtal. In diesem geräumigen Abschnitt, dem ehemaligen Pfrimmdelta, liegt die Sandgrube von Hochheim, von der Leiselheimer in südöstlicher Richtung nur 1700 m in der Luftlinie entfernt.

Die Sande selbst sind fein, wohlgeschichtet und von der für die Mosbacher Stufe charakteristischen grauen Farbe. Augenblicklich sind sie in einer Tiefe von ungefähr 4—5 m aufgeschlossen. Ziemlich nahe ihrem oberen Rande werden sie von einer dünnen Bank gelben Lettens durchzogen. Im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Hochheimer Grube fehlt über ihnen die mächtige Lößdecke, die bereits abgetragen ist. In den Sanden finden sich abwechselnd Zonen mit reicher Molluskenfauna. Am fossilienreichsten ist eine ungefähr 60—70 cm mächtige Schicht, die unmittelbar über der Lettenbank liegt. In ihr und den anderen Zonen wurde

[1] a) Seibert, Notizbl. Vereins Erdk. Darmstadt. 1862. p. 41. — b) G. Gleim, Über Diluvialsand von Darmstadt. N. Jahrb. f. Min. etc. 1885.

[2] A. Steuer, op. cit. 1907.

[3] A. Steuer, op. cit. 1907. p. 88.

eine typische Mosbacher Molluskenfauna gesammelt, deren Verzeichnis nachstehend folgt.

Helix arbustorum L. häufig
— *hispida* L. häufig
— *bidens* CHEMN. selten
— *pulchella* MÜLL. sehr häufig
Patula ruderata STUD. häufig
Buliminus tridens MÜLL. sehr selten
Pupa muscorum MÜLL. s. häufig
Clausilia dubia DRAP. selten
— *biplicata* MONT. selten
Succinea putris L. häufig
— *oblonga* DRAP. sehr häufig
— *pfeifferi* RSSM. häufig
Limnaea stagnalis L. sehr häufig
— *truncatula* MÜLL. häufig
Planorbis corneus L. häufig
— *vortex* L. häufig
— *spirorbis* L. selten
— *umbilicatus* MÜLL. sehr häufig
— *contortus* L. selten
— *glaber* JEFFR. häufig
Valvata piscinalis MÜLL. häufig
— *antiqua* SOW. sehr häufig
— *alpestris* (BLAUNER) KÜST. sehr häufig
— *pulchella* STUD. häufig
Sphaerium rivicola (LEACH) LM. häufig
Pisidium amnicum MÜLL. häufig
— *ovatum* CLESS. selten.

Außerdem bin ich im Besitz einer Anzahl verkalkter Wurzelröhren (sog. „Steinbrech") und Kalkkonkretionen, die beide in den höheren Schichten häufig gefunden werden.

Die ganze Sammlung wurde dem Naturhistorischen Museum in Mainz überwiesen, wo sie nun aufbewahrt wird.

Besprechungen.

1. **Tornquist**: Geologie I. 235 Abb., 564 p. Leipzig 1916.
2. —: Grundzüge der allgemeinen Geologie. Berlin 1916. 228 p. 81 Textb.
3. **F. X. Schaffer**: Grundzüge der allgemeinen Geologie. 1 Taf. 480 Abb. 492 p. Leipzig u. Wien 1916.

Das Erscheinen verschiedener neuer Lehrbücher der Geologie während des Weltkrieges ist an sich mit Freude zu begrüßen. Beweist es doch ein allgemeines Interesse für unsere Wissenschaft.

Die Disposition geologischer Lehrbücher [1] steht seit NEUMAYR's

[1] Als gutes Beispiel sei die Disposition SCHAFFER's angeführt:
F. X. SCHAFFER: Grundzüge der allgemeinen Geologie.
I. Die Erde und ihre Kraftquellen.
II. Das Wirken der Kräfte des Erdinnern.
A. Die vulkanischen Erscheinungen. B. Die Störungen der Erdrinde. C. Erdbeben.

Erdgeschichte fest. Die für die Beurteilung wichtigste Frage betrifft daher nur die Art der Darstellung, der Bilderausstattung und den Preis. Während die beiden Bände „allgemeine" Geologie von Schaffer und von Tornquist etwa in der Begrenzung des Stoffes dem ausführlicheren Lehrbuch von E. Kayser entsprechen, stellen sich die Grundzüge der allgemeinen Geologie von Tornquist (2) im Rahmen einer wesentlich kürzeren Behandlung die Aufgabe, einen übersichtlichen Leitfaden für Studenten zu geben; hier werden auch praktische Zwecke[1] mit berücksichtigt, wie die Inhaltsübersicht der Anmerkung zeigt.

Die allgemeine Disposition ist in der großen und der kleinen Geologie Tornquist's sonst die gleiche. Es sei daher hier nur die der ersteren (d. h. der großen Ausgabe) angegeben:

I. Die geologische Forschung.
  Geschichte der geologischen Forschung.
II. Allgemeine Geologie.
  1. Abschnitt. Kosmische und geophysikalische Geologie.
    A. Die Erde als Weltkörper.
    B. Die physikalische Beschaffenheit der Erde.
      Das Gewicht der Erde. Die Temperatur der Erde. Klimatologie und Paläoklimatologie. Die Atmosphäre. Der Erdmagnetismus. Die Elastizität des Erdkörpers. Das Erdinnere.
  2. Petrogenetische Geologie.
    Die Erstarrungsgesteine. Die Sedimentgesteine. Die kristallinen Schiefer.
  3. Biologische Geologie.
  4. Dynamische Geologie.
    A. Die endogenen Kräfte.
      1. Diastrophismus, 2. Vulkanismus, 3. Gesteinsmetamorphose.

III. Das Wirken der Kräfte der Erdoberfläche.
  A. Die Verwitterung. B. Die Abtragung.
    1. Bewegung loser Massen infolge der Schwere, 2. Transport durch die Tierwelt, 3. Tätigkeit des Wassers, 4. Tätigkeit des Eises, 5. Tätigkeit der Luft, 6. Erosion und Relief.
  C. Bildung der Absatzgesteine. D. Der Fossilisationsprozeß.
IV. Das Zusammenwirken der endogenen Kräfte am Bilde der Erdoberfläche.

[1] Tornquist, Angewandte Geologie:
a) Die Gesteinsverwendung und Beurteilung.
  1. Bausteine, 2. Schottergesteine, 3. Gesteinsuntersuchung zur Fundamentierung von Hochbauten.
b) Das Auffinden nutzbarer Gesteine und Minerallagerstätten, c) Das Auffinden von Tiefenwässern, d) Die Berechnung der Wärme in der Erdtiefe, e) Die Abwehr zerstörender Wirkungen exogener Kräfte, f) Die Beurteilung des Ackerbodens auf geologischer Grundlage.

B. Die exogenen Kräfte.

a) Wirkungen des Wassers. b) Die Wirkungen der Atmosphäre. c) Die Wirkungen der Organismen.

5. Morphogenetische Geologie.

1. Die Gliederung der Erdoberfläche in Kontinente und Meereströge. 2. Die Großformen. 3. Die Kleinformen der Erdoberfläche.

In der Art der Illustrierung, der Auswahl der Bilder und auch in der Form der Behandlung des Stoffes ist sowohl Schaffer wie Tornquist dem verbreiteten Kayser'schen Buch überlegen. In der sachlichen Kritik, welche an die Beurteilung der einzelnen noch zur Diskussion stehenden Fragen gelegt wird, weichen die beiden jüngeren Autoren von der älteren, z. T. ausführlicheren Darstellung mehrfach ab.

Leider ist der Preis gerade der Tornquist'schen Geologie I derart hoch, daß er der Verbreitung des gut geschriebenen Buches recht hinderlich sein dürfte. Eine Gegenüberstellung der Preise einiger neuer oder in neuer Auflage erscheinender Lehrbücher von ähnlichem Inhalt ist nicht ohne Interesse:

Tornquist: Geologie I kostet brosch. 27 ℳ, geb. 30 ℳ
Tornquist: Grundzüge der allgemeinen Geologie, geh. 9.20 ℳ, geb. 10.50 ℳ
E. Kayser: Allgemeine Geologie 22.40 ℳ, geb. 25 ℳ
Schaffer: Grundzüge der allgemeinen Geologie. Preis 17 ℳ
Frech: Allgemeine Geologie, 3. Aufl. (früher: Aus der Vorzeit der Erde), brosch. 6 ℳ, geb. 7.50 ℳ

Im einzelnen ist über die die allgemeine Geologie behandelnden 3 Lehrbücher folgendes zu bemerken:

Eine gründliche Umarbeitung erfordert in Tornquist's Geologie I in einer neuen Auflage — für die die Bemerkungen bestimmt sind — der Abschnitt über Salzgeologie: Während die Namen anderer Autoren hervorgehoben sind, werden Lachmann und Arrhenius, von denen besonders der erste wirklich grundlegende Gedanken über die Salzstöcke und ihre Deformationen begründet hat, nur kurz gestreift. Die teils bekannten, teils erst in neuester Zeit von Lachmann in das rechte Licht gerückten Eigenschaften des Steinsalzes sind:

1. Die leichte Löslichkeit hat zur Folge, daß jede den Salzkörper berührende Dislokation neue, und zwar sehr erhebliche Massenverschiebungen zur Folge hat. Wenn auch die zuerst gewählte Bezeichnung autoplast nicht ganz glücklich war und daher auch von ihm und Arrhenius später durch das Bild der Schmelzung und Regelation des Gletschereises ersetzt wurde, so beschränkt sich doch der später auch von Lachmann angenommene tektonische Einfluß auf Bildung von Salzekzemen nur auf den allerersten Anstoß.

Die typischen Ekzeme an der Küste des Golfes von Mexiko und die in ihrer Verteilung auf alte Flußläufe hinweisenden Siebenbürger Salzstöcke haben mit tektonischen Dislokationen überhaupt nichts zu tun, sie beruhen vielmehr ausschließlich auf chemischen Vorgängen, deren Bedeutung somit viel mehr gewürdigt werden muß, als es in dem sub 1 zitierten Lehrbuch geschieht.

2. Falls eine tektonische Dislokation einen Steinsalzkörper in großer, jenseits der Flüssigkeitsgrenze des Wassers liegenden Erdtiefe trifft, kommt ein anderer, vornehmlich durch Milch hervorgehobener Faktor, die leichte Plastizität des reinen Steinsalzes, in Frage. In höheren wie in geringeren Tiefen entspricht also der sogenannte „Salzhorst" bestenfalls einem ganz vorübergehenden Zustand.

In den meist sorgfältig abgewogenen, auf modernem Standpunkte stehenden Ausführungen von Tornquist's Allgemeiner Geologie I wird eine zusammenhängende Behandlung der Bodenbildung vermißt. Nach Anschauung des Ref. darf die Bodenbildung nicht nur im Zusammenhang mit der Wirkung des Wassers (p. 414 ff.) oder der Verwitterung (p. 497—501) stehen, sondern muß als solche erörtert werden. Wenn im folgenden für künftige Auflagen noch einige Verbesserungen vorgeschlagen werden, so beziehen sich diese auf eigene Forschungen des Ref.:

Tornquist's Geologie I p. 323—324. Gründlich verfehlt ist die von Mercalli und Lacroix vorgeschlagene Einteilung der Eruptionstypen, die Verf. für die zweckmässigste hält; d. h. die Einteilung könnte mit einigen grundsätzlichen Änderungen der Benennung und einigen weiteren Verbesserungen die Grundlage für eine andere Gruppierung bilden, welche dann im allgemeinen mit der erprobten Einteilung in Lavavulkane, Aschen- und gemischte Vulkane übereinstimmen würde. Lacroix und Mercalli unterscheiden: 1. Stromboli-Hawai-Typus, 2. Vulcano-Typus, 3. Bandai-San-Typus, 4. Pelé-Typus. Hiervon entspricht 1. den Lavavulkanen, unter denen aber der Stromboli durch seine steilere Bergform von den Schildvulkanen (Hawai-Island) unterschieden ist; Stromboli bildet eine seltene Ausnahmsphase, Hawai einen Haupttypus. 2. Der Vulcano-Typ ist ganz unerklärlicherweise durch „flüssige Lava, rasch erstarrend" gekennzeichnet! [Ref., der einer der wenigen Geologen ist, der den Volcano- nicht Vulcano-Ausbruch 1889 eingehend beobachtet und auch darüber in leicht zugänglichen Arbeiten berichtet hat, konnte sich wie alle übrigen Beobachter (z. B. Baltzer) überzeugen, daß Lava gänzlich fehlt! Der „Vulcano-Typus" Mercalli's ist also tatsächlich mit dem Bandai-San-Typus (3) ident: Denn „Es werden (p. 324) nur Gase und Asche mit einer großen Menge von Projektilen etc. in die Luft gesprengt. Lava fließt nicht aus". Im Text ist auch der „Vulcano-Typus" als mit dem des Ätna und der allermeisten Vesuv-

Eruptionen (p. 324) ident richtig gekennzeichnet worden.]
4. Auch bei der Kennzeichnung des Pelé-Typ ist die „Quellkuppe“ (bezw. Felsnadel), welche p. 336, 340 und 342 erwähnt wird, übergangen. Wollte man die Einteilung berichtigen, so ist als Bezeichnung für den „Vulcano-Typus“ der des Vesuv, besser seine vesuvianische, nicht die Plinianische oder Haupteruptions-Phase einzusetzen. Der Bandai-San-Typus ist als Volcano- (nicht Vulcano-)Phase zu bezeichnen. Der Pelé-Typus ist wesentlich durch das Auftreten von häufigen Quellkuppen gekennzeichnet, während die Glutwolke eine nur einmal beobachtete, also bisher als Ausnahme zu bezeichnende Erscheinung ist. Am Bandai-San selbst handelte es sich um Maar-bildende Gasexplosionen von lokalem Umfang, während im Volcano-Krater die seltenen Ausbrüche dem Hauptkrater entsprechen. Ref., der das Glück hatte, Vesuv, Volcano und Stromboli im Zustand der Eruption zu beobachten, richtet diese Kritik, wie kaum erwähnt zu werden braucht, nicht gegen den Verf. des Lehrbuches, sondern gegen Mercalli, dessen Einteilung unbegreiflicherweise alle Beobachtungstatsachen verwechselt oder auf den Kopf stellt.

Zu Tornquist I p. 362. Wenn Seebeben erwähnt werden, so ist die Wirkung der untermeerischen Rutschungen auf das Zurückweichen des Ozeans und die Wiederkehr einer gewaltigen Flutwelle nicht genügend betont. Auch die wichtigen japanischen Tsunamis und ihre Beschränkung auf die pazifischen Seiten der Japanischen Inseln ist unerwähnt geblieben.

Zu Tornquist I p. 382. Lachmann hat gerade nicht die Plastizität, sondern vielmehr die Löslichkeit der Salze für die eigentümliche Form der Dislokationen der Ekzeme verantwortlich gemacht. Er nimmt, und zwar mit Recht, die leichte Löslichkeit der Salze als den für die eigentümliche Form der Ekzeme wirksamsten Faktor an.

Zu Tornquist I p. 411. Gehängerutsche und Muren stehen nicht in der sehr engen, vom Verf. angenommenen Beziehung. Die Rutschungen beruhen wesentlich auf einer unter der Oberfläche vor sich gehenden Auflösung, die Muren sind periodisch eintretende Oberflächenerscheinungen. Die gesamte Bedeutung der Muren als ein auch in der Vorzeit wirksamer Vorgang der Hochgebirgsabtragung (Steinkohlenkonglomerate!) ist überhaupt nicht genügend gewürdigt.

Zu Tornquist I p. 468. In der Erörterung der Arbeit des Eises ist die geologisch wichtige Tätigkeit der Lawinen sowohl an und für sich wie in bezug auf die Entstehung alpiner Gletscher übergangen. Irrtümlich ist die im Zusammenhang hiermit stehende Angabe, daß die „wannenförmig“ ausgeräumten Nischen oder Kare zu den „augenfälligsten Einwirkungen des fließenden Eises“ gehören. Die Entstehung der Karböden beruht auf dem Schutz der ruhenden

Firn- oder Eismassen, die Entstehung ihrer Wände aber auf Einwirkung des in seiner Bedeutung nicht hinlänglich gewürdigten Spaltenfrostes und der Lawinen, welche letztere ebenfalls, wie erwähnt, übergangen werden. Eine gewisse Lücke ist ferner die viel zu kurze, nur ½ Seite (p. 208) betragende Darstellung des Landeises sowie die Auslassung des norwegischen Plateau-Eises und der Bergfußgletscher. Ohne eine etwas ausführlichere Behandlung dieser Fragen hängt die Darstellung des norddeutschen und des alpinen Quartärs (p. 202 ff., 468 ff.) in der Luft.

Zu p. 472, Abb. 193. Jannu, nicht Tannu.

Zu Tornquist I p. 519. Gegenüber den vorstehenden Auslassungen fällt die viel zu ausführliche Behandlung kontroverser Fragen in der Tektonik auf. Angesichts der schlagenden Widerlegung, welche die Ideen Stille's über die angebliche „Rahmenfaltung des deutschen Bodens" von verschiedenen Seiten erfahren haben, angesichts des an den Profilen Stille's von Lachmann geführten Nachweises, daß es sich überhaupt gar nicht um Faltung, sondern um den entgegengesetzten Vorgang, um Zerrung und Bruch gehandelt hat, ist eine gründliche Umarbeitung des Abschnittes (p. 519—521) erforderlich. Abgesehen von der berichtigten Beurteilung der „Faltungsachsen" Stille's beruht ein großer Teil seiner jüngeren „Faltungen" auf den unrichtig gedeuteten Salzekzemen. Mit der wirklichen Rahmenfaltung, die Suess im mediterranen Gebiet nachwies und begründete, hat die deutsche „Rahmenfaltung" deshalb nichts zu tun, weil es sich um Brüche und Absinken oder aber um chemische Vorgänge handelt. Nachdem als Ergänzung der „Malm-Faltung" und der „obersenonen Faltung" etc. ein übereinstimmender Vorgang sogar in der oberen Trias, d. h. der frühe Beginn der Ekzembildung im Allertal nachgewiesen ist (May), sollte endlich wenigstens in Lehrbüchern die „saxonische Faltung" zur längst verdienten Ruhe kommen. Auch über die Frage, ob die geometrischen Analogien des Gebirgsbaus im Sinne von L. Green, M. Lévy, Bertrand und Deecke (p. 503—530) in ein kurzes Lehrbuch gehören, kann man besonders angesichts der oben betonten, sehr erheblichen Lücken geteilter Meinung sein, da, wie Verf. selbst richtig sagt, „von diesem Rhythmus der Oberflächengestaltung ebenso viele Abweichungen existieren" (p. 506).

Zu Tornquist I p. 535. Wenn Verf. die z. T. unwahrscheinlichen, z. T. geradezu unmöglichen Konstruktionen Termier's, Kober's u. a. über den Deckenbau der Ostalpen in einem doch für die Einführung gedachten Lehrbuch in recht kritischer Form erwähnt, so mußten auch die Beobachtungen von F. F. Hahn über die in älteren Faltungsphasen erfolgenden Überschiebungen der nördlichen Kalkalpen und die Feststellungen des Ref. Erwähnung finden, nach denen das Mesozoicum, vor allem aber das Paläozoicum im Norden und Süden der Ostalpen gänzlich verschieden entwickelt

ist. Hiernach ist viel weniger die vom Verf. betonte „Unsicherheit der Entscheidung“ als eine unbedingte Ablehnung der angeblich einheitlichen und etwa gleichzeitig entstandenen Riesendecken der Ostalpen notwendig. Eine viel kürzere Behandlung all derartiger Hypothesen ist jedenfalls erforderlich. Eine gänzliche Auslassung in einem doch für die Einführung bestimmten Lehrbuche wäre kein Fehler, — denn wie soll ein Anfänger sich ein Bild von diesen widerspruchsvollen und nur vorübergehend wirksamen Hypothesen machen?

Im Gegensatz zu der Kontroverspredigt, als welche sich der Inhalt der tektonischen Geologie bei Tornquist kurz kennzeichnen läßt, liefert die Darstellung des gleichen Gegenstandes von F. X. Schaffer eine gleichmäßig abgewogene, fortlaufende Darstellung. Durch die wesentlich einheitlichere und straffere Disposition [1] wird sehr viel Raum gespart. Auch ist die Berücksichtigung aller Gebiete viel gleichmäßiger durchgeführt als bei Tornquist. Als Lücke ist mir nur die Bodenkunde und die Nichtberücksichtigung der Wirkung der Lawinen auf die Entstehung der Kare und Hochgebirgsgletscher aufgefallen [wie denn Schaffer die Allgemeine Geologie des Ref. weder erwähnt noch überhaupt zu kennen scheint]. Von den Abbildungen sind besonders die schönen Bilder der Verwitterung und Zersetzung nach den Vorlagen des Naturhistorischen Hofmuseums, sowie Ansichten aus Kleinasien erwähnenswert und interessant [2]. **Frech.**

[1] Tornquist gerät durch die Abtrennung einer petrogenetischen von der dynamischen Geologie wiederholt in die unangenehme Lage, denselben Gegenstand an zwei verschiedenen Orten zu behandeln. Die Gletscher kommen z. B. einerseits unter petrogenetischer Geologie als solche und ferner in ihrer Wirkung auf den Untergrund bei der Exodynamik vor — was ein ganz zweifelloser Nachteil für Lektüre und Vorlesung ist.

[2] Vgl. die kritische Besprechung von B. Weigand, Die Naturwissenschaften. **5.** 108—109. 1917.

